

POTENCIAL DA APLICAÇÃO DE SISTEMAS PRÉ-FABRICADOS NA REABILITAÇÃO TÉRMICA DE FACHADAS

JOANA RAQUEL BASTOS SOUSA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Professora Doutora Maria Helena Póvoas Corvacho

JULHO DE 2010

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2009/2010

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

A meus Pais,
Ao Pedro,

"Se não perseguires o que queres, nunca o terás. Se não perguntares, a resposta é sempre não. Se não deres um passo em frente, estás sempre no mesmo lugar"

Nora Roberts

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Professora Maria Helena Corvacho pela orientação científica deste trabalho e pela confiança depositada em mim na realização do mesmo. Pelos conhecimentos transmitidos mas também pela disponibilidade sempre demonstrada em esclarecer todas as minhas infindáveis dúvidas de uma forma sempre extremamente profissional e afável.

Ao Professor Moreira da Costa pelos seus conhecimentos e informações.

Ao Dr. Luís Branco Teixeira e ao Dr. Paulo Lobo da AICCOPN pelas informações cedidas.

À Dr.^a Barbara Martins do ITIC pela disponibilidade demonstrada em esclarecer todas as minhas dúvidas e por ter permitido a consulta dos Relatórios do *Euroconstruct*.

Ao Eng.^o Técnico Manuel Uberto Pinto pela sua disponibilidade e colaboração neste trabalho.

À minha família pelo apoio sempre demonstrado e por ter acreditado em mim estando sempre ao meu lado.

Por fim um agradecimento especial ao Pedro pela imensa paciência e pela generosidade sempre demonstradas. Pela crítica construtiva que não me deixava acomodar e que me levava a fazer sempre melhor e por todas sugestões dadas que contribuíram para o sucesso deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho pretende avaliar o potencial da aplicação de painéis prefabricados na reabilitação térmica de fachadas de edifícios residenciais e insere-se no projecto internacional *IEA ECBCS Annex 50* que tem por objectivo desenvolver sistemas prefabricados para reduzir o consumo energético em edifícios.

Avaliar o potencial de reabilitação térmica recorrendo a painéis prefabricados de edifícios exige conhecer o parque habitacional existente bem como conhecer a realidade da prefabricação.

Com base no censo 2001, realizou-se uma exaustiva análise do parque habitacional, no entanto nem todos os edifícios existentes à data constituíam condições para serem reabilitados com recurso a esta solução inovadora.

Para delimitar do total do parque habitacional Português aqueles edifícios com potencial interesse para este estudo definiram-se 3 variáveis, nomeadamente:

- Edifícios com 2 a 6 pisos;
- Construídos entre 1919 e 1990;
- Com necessidades de reparação nas suas paredes e caixilharias exteriores.

Contudo, saber o número de edifícios é apenas um passo. Para que na realidade se possa avaliar o potencial de aplicação de painéis prefabricados é necessário saber se existe possibilidade de os fabricar em larga escala para que o processo seja economicamente viável.

Não existindo dados estatísticos sobre a quantidade e tipos de aberturas, optou-se por analisar no terreno uma amostra significativa de edifícios numa área geográfica delimitada.

Procedeu-se à recolha da amostra em duas fases, na perspectiva de avaliar se o tipo de aberturas mais frequente era semelhante ou não. Sendo que os edifícios da segunda amostra tinham de ser observados em concelhos diferentes dos da primeira.

No total foram observadas 1790 aberturas em 132 edifícios. A cada abertura foi atribuído um código baseado em três parâmetros, nomeadamente:

- Tipo de Abertura;
- Avaliação da Configuração Vertical das Aberturas;
- Avaliação da Configuração Horizontal das Aberturas.

Dos 29 códigos finais apenas foram considerados os estatisticamente mais relevantes. Sabendo-se a percentagem correspondente a cada código e o número de edifícios potencial alvo de reabilitação, através de uma estimativa determinou-se o número de aberturas desses edifícios, ou seja a quantidade de painéis prefabricados a produzir para essas aberturas.

PALAVRAS-CHAVE: Fachadas, Reabilitação, Prefabricação, Painéis, Energia.

ABSTRACT

This study aims to assess the potential application of prefabricated panels in the low energy renovation of facades of residential buildings and constitutes a specific task of the international project ECBCS IEA Annex 50 which aims to develop prefabricated systems to reduce the energy consumption in buildings.

To evaluate the potential of low energy renovation using prefabricated panels it's necessary to be aware of these two topics: the existing housing stock and the available prefabrication solutions.

Based on the 2001 census an exhaustive analysis of the housing stock was made. However, not all the existing buildings at that time were able to be renovated using this innovative solution.

To find those buildings with interest to this research in the Portuguese housing stock three criteria were defined:

- Buildings with 2-6 floors;
- Built between 1919 and 1990;
- With renovation needs in exterior walls and window frames.

Knowing the number of buildings is only the first step. To evaluate the potential of application of prefabricated panels it's necessary to know if it is possible to produce them in a large and economical scale.

In the absence of statistical data about the types of openings, it was decided to collect in the field a significant sample of buildings in a defined geographical area.

The sample was collected in two stages, to try to understand if the type of openings was similar in both samples or not. The second sample of buildings was collected in different municipalities from the one of the first sample.

1790 openings were observed in 132 buildings. Each opening received a code based on three parameters:

- Type of Opening;
- Evaluation of the Vertical Configuration of openings;
- Evaluation of the Horizontal Configuration of openings.

From the 29 final codes, only those which were statistically relevant were considered. By the percentage of the types of openings and the percentage of target buildings able to be rehabilitated it's possible to estimate the potential of prefabricated panels to produce.

KEYWORDS: Facades, Rehabilitation, Prefabrication, Panels, Energy.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. OBJECTIVOS	2
1.3. METODOLOGIA	2
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO	3
2. CARACTERIZAÇÃO DAS FACHADAS NO ÂMBITO DA TÉRMICA	5
2.1. EVOLUÇÃO DA ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA	5
2.1.1. ESTRUTURA	5
2.1.2. COMPOSIÇÃO	7
2.2. CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA NACIONAL	8
2.3. ENQUADRAMENTO LEGAL	11
2.3.1. NOTA INTRODUTÓRIA	11
2.3.2. EVOLUÇÃO DA LEGISLAÇÃO TÉRMICA EM PORTUGAL	11
2.3.2.1. Decreto-Lei n.º 40/90, de 6 de Fevereiro	13
2.3.2.2. Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril	15
3. ÂMBITO DA REABILITAÇÃO	19
3.1. DESCRIÇÃO DO MERCADO DE REABILITAÇÃO	19
3.1.1. SITUAÇÃO DO MERCADO PORTUGUÊS	19
3.1.2. COMPARAÇÃO COM A SITUAÇÃO EUROPEIA	22
3.2. A REABILITAÇÃO E O MERCADO DE ARRENDAMENTO	24
3.3. FUNDAMENTOS PARA A REABILITAÇÃO	25
3.4. FUNDAMENTOS PARA A REABILITAÇÃO DE FACHADAS	26
3.5. SOLUÇÕES ADOPTADAS NA REABILITAÇÃO TÉRMICA DA ENVOLVENTE DE UM EDIFÍCIO	27
3.6. O PORQUÊ DE REABILITAR TERMICAMENTE COM SOLUÇÕES PREFABRICADAS	31

4. O SECTOR DA PREFABRICAÇÃO	33
4.1. CARACTERÍSTICAS DA INDUSTRIALIZAÇÃO VERSUS MANUFACTURA	33
4.2. CONCEITOS DE INDUSTRIALIZAÇÃO E PREFABRICAÇÃO	35
4.3. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA PREFABRICAÇÃO	37
4.4. DEFINIÇÃO DE SISTEMA E DAS PARTES CONSTITUINTES DE UM SISTEMA DE CONSTRUÇÃO	39
4.5. A EVOLUÇÃO DA PREFABRICAÇÃO	41
4.5.1. O INÍCIO DA PREFABRICAÇÃO	41
4.5.2. SISTEMAS DE PREFABRICAÇÃO FECHADA VERSUS SISTEMAS DE PREFABRICAÇÃO ABERTA	41
4.5.3. A EVOLUÇÃO DA PREFABRICAÇÃO EM PORTUGAL	42
4.6. CLASSIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS TIPO DE MOLDES	43
4.6.1. MOLDES HORIZONTAIS VERSUS MOLDES EM BATERIAS VERTICAIS	43
4.6.2. REQUISITOS A CUMPRIR PELOS MOLDES	43
4.6.3. PRINCIPAIS MATERIAIS CONSTITUINTES DOS MOLDES	44
4.6.3.1. Moldes Metálicos	44
4.6.3.2. Moldes de Betão	44
4.6.3.3. Moldes de Plástico	44
4.6.3.4. Moldes de Madeira	45
4.7. AS LIGAÇÕES DOS ELEMENTOS PREFABRICADOS	45
4.7.1. INTRODUÇÃO	45
4.7.2. CLASSIFICAÇÃO DAS LIGAÇÕES	45
4.7.3. RESTANTES EXIGÊNCIAS AO NÍVEL DAS LIGAÇÕES	46
4.8. CLASSIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS TIPOS DE PAINÉIS DE FACHADA	47
4.8.1. NOTA PRÉVIA	47
4.8.2. PAINÉIS HOMOGÉNEOS	47
4.8.3. PAINÉIS COM INCORPORADOS	48
4.8.4. PAINÉIS SANDWICH	48
4.8.5. PAINÉIS VAZADOS	49
4.8.6. PAINÉIS COM SOLUÇÕES MISTAS	50
4.9. SOLUÇÕES DE ISOLANTES TÉRMICOS PREFABRICADOS PASSÍVEIS DE SEREM ADOPTADOS NA REABILITAÇÃO TÉRMICA DE FACHADAS	50
5. A IMPORTÂNCIA DA CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL	55

5.1. OS MOTIVOS DA CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL	55
5.2. ENQUADRAMENTO NO PROJECTO ANNEX 50	55
5.3. OBJECTIVOS DA CARACTERIZAÇÃO	57
5.4. ESTUDO DE UM CASO PARTICULAR	58
5.4.1. NOTA INTRODUTÓRIA	58
5.4.1.1. Objectivos	58
5.4.1.2. Metodologia Aplicada	60
5.4.2. DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO ADOPTADO	63
 6. CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL PORTUGUÊS	 69
6.1. DESCRIÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL ACTUAL	69
6.2. TIPOS DE ALOJAMENTO	72
6.2.1. FAMILIARES CLÁSSICOS E NÃO CLÁSSICOS	72
6.2.2. ALOJAMENTOS COLECTIVOS	73
6.2.3. FAMILIARES <i>VERSUS</i> COLECTIVOS	74
6.3. FORMA DE OCUPAÇÃO DOS EDIFÍCIOS	74
6.3.1. FAMILIARES CLÁSSICOS OCUPADOS	74
6.3.1.1. Residência Habitual	74
6.3.1.2. Residência sazonal ou secundária	75
6.3.2. ALOJAMENTOS FAMILIARES CLÁSSICOS VAGOS	76
6.3.3. ALOJAMENTOS OCUPADOS <i>VERSUS</i> VAGOS	77
6.4. EDIFÍCIOS SEGUNDO O PERÍODO DE CONSTRUÇÃO	78
6.5. EDIFÍCIOS SEGUNDO O NÚMERO DE PISOS	79
6.6. TIPO DE OCUPAÇÃO	80
6.7. CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE TÉRMICAS	81
6.8. ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL	83
6.8.1. SEM NECESSIDADE DE REPARAÇÃO	83
6.8.2. COM NECESSIDADE DE REPARAÇÃO	84
6.8.3. EDIFÍCIOS SEM NECESSIDADES DE REPARAÇÃO <i>VERSUS</i> COM NECESSIDADE DE REPARAÇÃO <i>VERSUS</i> MUITO DEGRADADOS	88

7. POTENCIAL DO PARQUE HABITACIONAL PARA A REABILITAÇÃO TÉRMICA DE FACHADAS COM PAINÉIS PREFABRICADOS	91
7.1. CRITÉRIOS PARA A IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	91
7.2. IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	93
7.3. SELECÇÃO DAS VARIÁVEIS RELEVANTES PARA DETERMINAR OS CASOS TIPO	93
7.3.1. POR NÚMERO DE PISOS	93
7.3.2. ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS PAREDES E CAIXILHARIAS EXTERIORES	94
7.3.3. ANO DE CONSTRUÇÃO	94
7.4. IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS CASOS TIPO	95
8. MORFOLOGIA E GEOMETRIA DAS FACHADAS	99
8.1. TIPOS DE MORFOLOGIA DAS FACHADAS	99
8.1.1. INTRODUÇÃO	99
8.1.2. DIMENSÕES	99
8.1.3. CONSTITUIÇÃO	99
8.1.4. TOPOLOGIA	100
8.2. ANÁLISE DO POTENCIAL DE APLICAÇÃO DAS SOLUÇÕES PADRÃO IDENTIFICADAS	102
9. CONCLUSÃO	111
9.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	111
9.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	113
BIBLIOGRAFIA	115
ANEXOS	A.1
ANEXOS DE QUADROS	A.2
Q1 – SOLUÇÕES DE REFORÇO DO ISOLAMENTO TÉRMICO DE PAREDES EXTERIORES	A.3
Q2 – DEMONSTRAÇÃO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DE CADA TIPO DE EDIFÍCIO	A.6
ANEXOS DE FICHAS	A.8
F1 – FICHA N.º 1	A.9
F2 – FICHA N.º 2	A.12

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 – Energia Consumida pelos Edifícios Construídos entre 1900 e 2050 (previsão).....	1
Fig. 2.1 – Evolução das Paredes Exteriores em Portugal	8
Fig. 2.2 – Evolução do Consumo de Energia Primária em Portugal entre 1996 e 2007	9
Fig. 2.3 – Energia Final dos Diversos Sectores Económicos em 2007	10
Fig. 2.4 – Energia Eléctrica dos Diversos Sectores Económicos em 2007.....	11
Fig. 2.5 – Etiqueta Energética.....	13
Fig. 3.1 – Comparação do Volume de Negócios (€) de Construções Novas e de Obras de Reabilitação em todos os Sectores de Construção, em 2008.....	20
Fig. 3.2 – Comparação do Licenciamento de Construções Novas e de Obras de Reabilitação para Habitações Familiares 2001-2009	21
Fig. 3.3 – Avaliação do Estado de Conservação de Acordo com o Tipo de Utilização do Edifício, em 2000	21
Fig. 3.4 – Proporção de Reabilitações Físicas no Total de Obras Concluídas em Edifícios, por Município, 2001-2007	22
Fig. 3.5 – Distribuição Percentual da Idade da Construção Existente na UE-25, em 2004	22
Fig. 3.6 – Investimento em Reabilitação na Europa, no ano 2000.....	23
Fig. 3.7 – Investimentos em Construção Nova e Reabilitação na Europa em 2008.....	23
Fig. 3.8 – Alojamentos Clássicos, Arrendados, Ocupados como Residência Habitual, Segundo o Escalão de Renda, pela Época do Contrato, em 2001.....	24
Fig. 3.9 – Percentagem de Proprietários, em 2005, em 14 Países da Europa	25
Fig. 3.10 – Avaliação do Peso dos Edifícios Antigos, por Época de Construção, em 2001	26
Fig. 3.11 – Número de Edifícios com Necessidades de Reparação, por parte, em 2001.....	27
Fig. 3.12 – Combinações Adequadas de Medidas de Economia de Energia	28
Fig. 3.13 – Sistema de Isolamento Térmico Compósito Exterior com Revestimento Espesso.....	29
Fig. 3.14 – Sistema de Isolamento Térmico Compósito Exterior com Revestimento Delgado	29
Fig. 3.15 – Revestimento Independente Descontínuo com Isolante Térmico na Caixa-de-ar	30
Fig. 3.16 – Isolamento Térmico Interior de uma Parede de Fachada	30
Fig. 4.1 – Relação entre os Custos de Produção e o Número de Elementos Produzido na Industrialização e na Manufatura	35
Fig. 4.2 – Armazenamento de Elementos Prefabricados	36
Fig. 4.3 – Elementos que Permitem a Elevação e Transporte do Painel	36
Fig. 4.4 – Transporte de Elementos Prefabricados	37
Fig. 4.5 – Demonstração da Aplicação de GRC na Execução de um Painel Prefabricado	38

Fig. 4.6 – Representação Esquemática de um Sistema e suas Partes Constituintes	40
Fig. 4.7 – Representação da Hierarquia que Constitui um Sistema	40
Fig. 4.8 – Edifício Prefabricado Característico da Europa de Leste	42
Fig. 4.9 – Molde Metálico.....	44
Fig. 4.10 – Ilustração de um Painel Homogéneo	47
Fig. 4.11 – Ilustração de um Painel com Incorporados	48
Fig. 4.12 – Ilustração de um Painel <i>Sandwich</i>	49
Fig. 4.13 – Ilustração de um Painel Vazado.....	49
Fig. 4.14 – Ilustração de um Painel com Solução Mista	50
Fig. 4.15 – Ilustração da Fixação Mecânica de um Isolante Térmico	52
Fig. 4.16 – Ilustração da Colagem de um Isolante Térmico.....	52
Fig. 4.17 – Ilustração da Colocação Livre de um Isolante Térmico	52
Fig. 4.18 – Ilustração de Isolante Térmico usado como Cofragem Perdida	53
Fig. 5.1 – Esquema das Interligações das Subtarefas do <i>Annex 50</i>	56
Fig. 5.2 – Âmbito da Tipologia dos Edifícios	58
Fig. 5.3 – Edifícios Característicos do Tipo 1	59
Fig. 5.4 – Edifícios Característicos do Tipo 2.....	59
Fig. 5.5 – Edifícios Característicos do Tipo 3.....	60
Fig. 5.6 – Passos para a Determinação e Quantificação dos Tipos	60
Fig. 5.7 – Procedimento Adoptado para a Determinação da Colecção de Edifícios	62
Fig. 5.8 – Quantificação dos Tipos de Aberturas mais Frequentes	63
Fig. 5.9 – Ilustração de Alguns Casos de Aberturas mais Frequentes	64
Fig. 5.10 – Agrupamento de Casos Tipo de Aberturas Similares para Aplicação do um Painel Prefabricado que mais se Ajusta e suas Variantes.....	65
Fig. 5.11 – Posições Ocupadas pelo Edifício Consideradas no Estudo Suíço	66
Fig. 5.12 – Esquema Representativo de todas as Possíveis Interligações das Variáveis.....	66
Fig. 5.13 – Ilustração e Quantificação dos Casos Tipo Existentes	67
Fig. 5.14 – Avaliação do Potencial de Painéis Prefabricados consoante os Diferentes Casos Tipo de Aberturas mais Frequentes e Tipologia do Edifício.....	68
Fig. 5.15 – Esquema Representativo do Método Utilizado e suas Interacções.....	68
Fig. 6.1 – Evolução de Novas Habitações desde 2006 a 2012.....	69
Fig. 6.2 – Evolução das Licenças para Novas Habitações desde 2006 a 2012	70
Fig. 6.3 – Comparação do Volume em Milhões de Euros entre Reabilitação e Construção Nova, em 2008	71

Fig. 6.4 – Variação dos Sectores da Reabilitação e Construção Nova em Volume de Negócios entre 2006 e 2012 (%).....	72
Fig. 6.5 – Caracterização do Número de Alojamentos Familiares Não Clássicos, em 2001	73
Fig. 6.6 – Caracterização do Número de Alojamentos Colectivos, em 2001	74
Fig. 6.7 – Comparação entre Edifícios Principalmente Residenciais <i>versus</i> Não Residenciais, em 2001	75
Fig. 6.8 – Caracterização do Número de Alojamentos Sazonais ou de Férias, em 2001	76
Fig. 6.9 – Caracterização do Número de Alojamentos Clássicos Vagos, em 2001	76
Fig. 6.10 – Caracterização do Número de Alojamentos Clássicos Vagos, por Região, em 2001	77
Fig. 6.11 – Caracterização da Forma de Ocupação dos Alojamentos Clássicos, em 2001	77
Fig. 6.12 – Caracterização do Número de Edifícios Construídos por Período de Construção, em 2001	78
Fig. 6.13 – Caracterização do Número de Edifícios Construídos por Período de Construção, e por Região, em 2001	78
Fig. 6.14 – Caracterização do Número de Pisos dos Edifícios por Período de Construção, em 2001	79
Fig. 6.15 – Percentagem associada ao Número de Pisos dos Edifícios relativamente aos Edifícios Principalmente Residenciais, em 2001	80
Fig. 6.16 – Entidades Proprietárias por Década de Construção, em 2001	80
Fig. 6.17 – Número de Edifícios Pertencentes a Outras Entidades Proprietárias, em 2001.....	81
Fig. 6.18 – Número de Edifícios com e sem Aquecimento, em 2001.....	82
Fig. 6.19 – Número de Edifícios com e sem Aquecimento, por Região, em 2001	82
Fig. 6.20 – Número de Edifícios com e sem Aquecimento, por Região de Portugal Continental, em 2001	83
Fig. 6.21 – Número de Edifícios, por Respectivo Estado de Conservação, em 2001.....	83
Fig. 6.22 – Percentagem do Estado de Conservação dos Edifícios, em 2001	84
Fig. 6.23 – Caracterização dos Edifícios com Necessidade de Reparação, em 2001.....	84
Fig. 6.24 – Percentagem dos Edifícios com Necessidade de Reparação, em 2001	85
Fig. 6.25 – Necessidades da Reparação nas Paredes e Caixilharias Exteriores, em 2001	85
Fig. 6.26 – Necessidades da Reparação nas Paredes e Caixilharias Exteriores, por Região, em 2001	86
Fig. 6.27 – Comparação do Estado de Conservação, por Região, em 2001	88
Fig. 6.28 – Comparação do Estado de Conservação, por Período de Construção, em 2001	89
Fig. 6.29 – Comparação dos Edifícios com Alguma Necessidade de Reparação, por Região de Portugal Continental e por Período de Construção, em 2001	90
Fig. 7.1 – Relações Hierárquicas da Unidade Estatística Edifício.....	91
Fig. 7.2 – Relações Hierárquicas da Unidade Estatística Alojamento	92

Fig. 7.3 – Análise do Parque Habitacional Português com as Opções Consideradas para a Identificação da Amostra	93
Fig. 7.4 – Caracterização Estatística com base nas Variáveis Definidas	95
Fig. 7.5 – Representação das Variáveis Adoptadas e das suas Interligações até à Determinação daquele que é o Objectivo Estatístico	95
Fig. 7.6 – Representação das Variáveis Adoptadas	97
Fig. 8.1 – Varanda Projectada Relativamente à Fachada do Edifício.....	100
Fig. 8.2 – Varanda Integrada na Fachada do Edifício.....	101
Fig. 8.3 – Varanda Parcialmente Projectada na Fachada do Edifício.....	101
Fig. 8.4 – Elementos de Sombreamento Horizontal e Vertical de um Edifício.....	101
Fig. 8.5 – Varandas Actuando como de Factor de Sombreamento Horizontal.....	102
Fig. 8.6 – Parâmetros de Avaliação do Tipo de Abertura	102
Fig. 8.7 – Parâmetros de Avaliação da Configuração Vertical das Aberturas	103
Fig. 8.8 – Parâmetros de Avaliação da Configuração Horizontal das Aberturas	103
Fig. 8.9 – Exemplo de Edifício com Aberturas Próximas	104
Fig. 8.10 – Exemplo de Edifício com Aberturas Afastadas	104
Fig. 8.11 – Avaliação do Potencial de Aplicação de Painéis Prefabricados Planos	108
Fig. 8.12 – Avaliação do Potencial de Aplicação de Painéis Prefabricados não Planos	108
Fig. 8.13 – Avaliação do Potencial de Aplicação de Painéis Prefabricados para Criação de Espaços Interiores Fechados	108

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 4.1 – Comparação entre o Sector da Manufactura e da Industrialização	34
Quadro 4.2 - Quadro Resumo do Tipo de Isolantes Prefabricados Quanto à Designação, Estrutura e Natureza	51
Quadro 6.1 – Tipo de Alojamentos Clássicos <i>versus</i> Não Clássicos, em 2001	73
Quadro 6.2 – Tipo de Alojamentos Familiares <i>versus</i> Colectivos, em 2001.....	74
Quadro 6.3 – Caracterização do Estado das Paredes e Caixilharias Exteriores, por Região, em 2001	86
Quadro 6.4 – Ponderadores para edifícios com 1 ou 2 pavimentos	87
Quadro 6.5 – Ponderadores para edifícios com 3 ou mais pavimentos	87
Quadro 6.6 – Quadro de Equivalência Final	87
Quadro 7.1 – Caracterização Estatística dos Edifícios com Necessidade de Reparação nas Paredes e Caixilharia Exteriores, por Período de Construção	96
Quadro 7.2 – Caracterização Estatística dos Edifícios de 2 a 6 pisos, por Período de Construção	96
Quadro 8.1 – Caracterização das Aberturas da Primeira Amostra	104
Quadro 8.2 – Caracterização das Aberturas da Segunda Amostra	106
Quadro 8.3 – Caracterização Total das Aberturas	107

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

λ - Condutibilidade Térmica [W/(m.°C)]

R - Resistência Térmica [m².° C/W]

ρ - Massa Volúmica [kg/m³]

e - Espessura do Elemento [m]

IEA - International Energy Agency

ECBCS - Energy Conservation in Buildings and Community Systems

DGGE - Direcção-Geral de Energia e Geologia

CO₂ - Dióxido de Carbono

RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RGCE - Regulamento de Gestão do Consumo de Energia

DGE - Direcção-Geral de Energia

PEDIP - Programa Estratégico de Dinamização da Indústria Portuguesa

SIURE - Sistema de Incentivos à Utilização Racional de Energia

CEGENE - Comissão de Estudos de Gestão de Energia nos Edifícios

RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios

MAPE - Medidas de Apoio ao Aproveitamento do Potencial Energético

SCE - Sistema de Certificação Energética

AICCOPN - Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas

ITIC - Instituto Técnico para a Indústria da Construção

UE - União Europeia

ETICS - External Thermal Insulation Composite System

GRC - Glass Fiber Reinforced Concrete

SW - Sudoeste

SE - Sudeste

CCTP - Competence Centre for Typology and Foresight Planning in Architecture

AMP - Área Metropolitana do Porto

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

Este trabalho insere-se no âmbito do projecto internacional *IEA ECBCS Annex 50*, que tem por objectivo desenvolver sistemas prefabricados para reduzir o consumo energético em edifícios residenciais.

Foi na sequência da primeira grande crise petrolífera, na década de 70 do século passado que surgiram as primeiras regulamentações Europeias com o objectivo de reduzir o consumo energético do sector residencial. Nos países industrializados, é precisamente neste sector que se verifica grande parte dos gastos energéticos.

Estes gastos estão maioritariamente relacionados com a ineficiência energética do parque habitacional já existente, devendo-se esta realidade à inexistente aplicação de isolantes térmicos na envolvente exterior opaca dos edifícios até 1970.

São os edifícios construídos entre 1950 e 1980 que apresentam o maior potencial em termos de poupança de energia e que simultaneamente têm maior necessidade de ser renovados. [1]

Os consumos energéticos dos edifícios mais recentes tendem a ser cada vez mais eficientes. Estima-se que o consumo de energia dos edifícios construídos nos próximos 50 anos seja substancialmente inferior ao consumo actual dos edifícios.

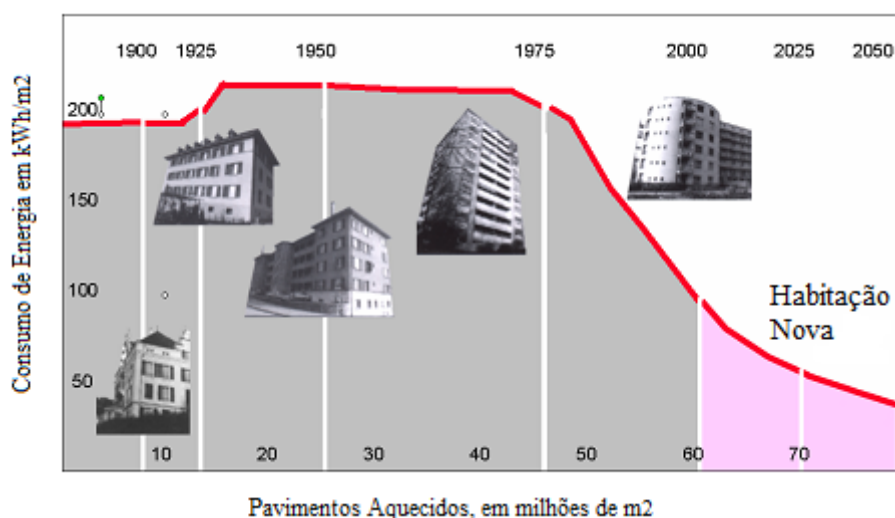


Fig. 1.1 – Energia Consumida pelos Edifícios Construídos entre 1900 e 2050 (previsão). [1]

A maioria das perdas energéticas de um edifício dá-se pela sua envolvente exterior, nomeadamente pela cobertura e fachada, pelo que deve ser dada uma atenção especial a estes elementos construtivos.

A introdução de isolantes térmicos foi sendo adoptada ao longo dos anos, mas muitas vezes sem o devido conhecimento dos mesmos, o que originou novos problemas e agudizou outros já existentes. Tudo isto resultou na ineficiência dos edifícios com gastos dispendiosos sem uma solução apropriada a longo prazo. Através da prefabricação é possível reduzir substancialmente os custos e aumentar a durabilidade das soluções.

1.2. OBJECTIVOS

Este trabalho tem por objectivo a determinação do potencial de aplicação de painéis prefabricados em fachadas de edifícios residenciais.

Contudo, é necessário fazer uma prévia análise do parque residencial edificado existente e impor-lhe determinadas restrições (variáveis) para que apenas sejam considerados neste estudo os edifícios residenciais com maior potencial para a aplicação de painéis prefabricados de fachadas.

Com o número alvo de edifícios existentes no parque habitacional, seleccionou-se uma amostra de edifícios (nas descritas condições) e analisou-se cada uma das suas aberturas, com base em determinados parâmetros estabelecidos. Procuram-se encontrar semelhanças e padrões entre as aberturas analisadas, de forma a estabelecer o potencial de aplicação dos modelos de painéis prefabricados definidos pelo projecto internacional *IEA ECBCS Annex 50*.

1.3. METODOLOGIA

Uma vez que se trata de um trabalho sobre reabilitação térmica de fachadas, com recurso a soluções prefabricadas, procurou-se caminhar do geral para o particular. Desta forma, a realização deste trabalho, iniciou-se pela caracterização das fachadas no âmbito da térmica (Capítulo 2) onde se aborda o tema das fachadas de uma forma genérica. Posteriormente abordam-se os temas da reabilitação (Capítulo 3) e a da prefabricação (Capítulo 4). Partimos do elemento fachada até chegarmos à prefabricação, passando pela reabilitação. Ou seja, procurou-se responder às seguintes perguntas, colocadas pela respectiva ordem:

Que elemento construtivo da envolvente exterior?

O que fazer com esse elemento?

Como o fazer?

Para se avaliar o potencial do parque habitacional, tem de se conhecer a realidade do mesmo daí explicar a importância e fazer a caracterização do mesmo, respectivamente no capítulo 5 e 6. Após uma exaustiva análise do que existe, o próximo passo é avaliar o potencial do parque habitacional para a reabilitação térmica de fachadas com painéis prefabricados (Capítulo 7) e depois de se saber quantos edifícios estão em condições de entrar neste estudo (de acordo com as variáveis definidas) segue-se a análise da morfologia e da geometria das fachadas (Capítulo 8) de uma amostra de edifícios que se inserem nas características anteriormente referidas. No final obteve-se o potencial da aplicação de painéis prefabricados em fachadas (de edifícios que cumprem determinados requisitos).

Foram adoptadas duas abordagens na realização deste trabalho, uma referente a um contexto mais genérico (Capítulo 2, 3 e 4) e outra relacionada com a parte mais prática deste trabalho (Capítulo 5,

6,7 e 8). Contudo os conceitos dos primeiros capítulos mencionados são fundamentais na aplicação dos últimos, pelo que na realidade existe continuidade.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado nos seguintes capítulos:

Capítulo 2 – Caracterização das Fachadas no âmbito da Térmica: Este capítulo aborda o desenvolvimento da envolvente exterior opaca em Portugal e as causas que levaram a esse desenvolvimento. Aborda-se a evolução da estrutura e da composição das fachadas. Na primeira focam-se os aspectos e exigências a cumprir pelas mesmas enquanto na estrutura das fachadas se descrevem a evolução dos materiais utilizados nas mesmas e as alterações que levaram à implementação desses novos materiais.

A questão da caracterização energética nacional, também é mencionada neste capítulo. É necessário conhecer a realidade energética do país antes de se efectuar uma reabilitação energética. Saber qual o peso energético de cada sector, nomeadamente do sector habitacional e quais as principais fontes de energia que este consome.

Por fim neste capítulo faz-se uma breve resenha da evolução da legislação relacionada com a térmica dos edifícios em Portugal, e dos primeiros programas implementados a nível nacional neste âmbito.

Capítulo 3 – Âmbito da Reabilitação: Neste capítulo inicialmente faz-se uma descrição do mercado de reabilitação. Procurou-se saber qual o peso da reabilitação em Portugal face à nova construção e comparou-se a situação nacional com a situação de outros países Europeus.

Referiu-se a questão do mercado de arrendamento, pois é fundamental conhecer a origem de toda a problemática existente à volta da reabilitação em Portugal e das suas especificidades.

Procurou-se que este capítulo respondesse às perguntas: Porquê reabilitar termicamente? Porquê reabilitar termicamente fachadas? E porquê reabilitar termicamente fachadas com painéis prefabricados?

Estas perguntas foram respondidas com os pontos 3.3; 3.4 e 3.6, respectivamente fundamentos para a reabilitação, fundamentos para a reabilitação térmica e com o ponto o porquê de reabilitar com soluções prefabricadas.

Para além dos pontos acima mencionados, abordaram-se ainda algumas daquelas que são as soluções ditas “tradicionais” com que se efectuam reabilitações térmicas de fachadas hoje em dia.

Capítulo 4 – O sector da prefabricação: Dado que o tema da presente tese aborda a reabilitação com recurso a soluções prefabricadas de painéis de fachada, considerou-se uma mais-valia para o trabalho a introdução de um capítulo que definisse a prefabricação. Como se referiu no mesmo a prefabricação é uma realidade muito ampla para se sintetizar numa única frase, pelo que se expõem de seguida os principais pontos abordados neste capítulo.

A prefabricação é um sector da industrialização, pelo que inicialmente se fez a distinção entre industrialização e manufactura. Depois de esclarecidos estes dois conceitos, definiu-se prefabricação explicitando as suas vantagens e desvantagens.

Abordou-se a temática da evolução da prefabricação, desde os sistemas de prefabricação fechada para os sistemas de prefabricação aberta, referindo também a evolução em Portugal.

Uma das características da prefabricação, é o modo de produção dos elementos. Estes são feitos em moldes constituídos por determinados materiais e que têm de respeitar determinados requisitos. Para além do processo de fabrico, também a montagem é feita de uma forma específica, pelo que é necessário dar especial atenção às ligações dos elementos prefabricados.

Por fim, descreveu-se a classificação dos principais tipos de painéis de fachadas executados pela indústria da prefabricação. Mas como uma reabilitação térmica, pressupõem a existência de medidas de isolamento para tornar este capítulo mais completo referiram-se ainda as soluções de isolantes térmicos prefabricados mais usuais, nomeadamente os blocos, mantas e painéis.

Capítulo 5 – A importância da Caracterização do Parque Habitacional: Neste capítulo explicam-se os principais motivos para a caracterização do parque habitacional Português, que é descrito em pormenor no capítulo 6 e os objectivos dessa caracterização.

Como foi referido anteriormente, este trabalho insere-se num trabalho internacional que tem por objectivo desenvolver sistemas prefabricados para a reabilitação térmica de edifícios e não apenas painéis prefabricados para a reabilitação térmica de fachadas. Nesse sentido, explica-se o enquadramento desta tese no *IEA ECBCS Annex 50*.

Este projecto foi subdividido em várias tarefas, cada uma delas podia contar com a colaboração de vários países. Elegeu-se um desses países para caso de estudo, nomeadamente a Suíça, por ser de todos o que apresentou um trabalho mais consistente e analisou-se o procedimento de trabalho adoptado.

Capítulo 6 – Caracterização do Parque Habitacional Português: Inicia-se este capítulo com a descrição da actual situação do parque habitacional em Portugal.

Abordam-se ainda outros aspectos relacionados com a caracterização do parque edificado (com base no censo 2001) como: o tipo de alojamentos, a forma de ocupação dos edifícios, o período de construção e número de pisos dos mesmos, o tipo de ocupação dos edifícios, as condições de empregabilidade térmicas e por fim o estado de conservação do parque habitacional.

Capítulo 7 – Potencial do Parque Habitacional para a Reabilitação Térmica de Fachadas com Painéis Prefabricados: Neste capítulo, definiram-se os critérios para a identificação da nossa amostra. Com base nos dados disponibilizados no capítulo 6 onde se determinou a mesma.

Seleccionaram-se e identificaram-se as variáveis relevantes para a identificação dos principais casos tipo de edifícios existentes no parque habitacional.

Capítulo 8 – Morfologia e Geometria das Fachadas: Neste capítulo abordam-se algumas características da morfologia de fachadas, nomeadamente dimensões, constituição e topologia das mesmas.

No final avaliou-se o potencial da aplicação destas soluções e do peso relativo de cada uma delas, através da conjugação de vários parâmetros.

2

CARACTERIZAÇÃO DAS FACHADAS NO ÂMBITO DA TÉRMICA

2.1. EVOLUÇÃO DA ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

2.1.1. ESTRUTURA

Pretende-se neste subcapítulo fazer uma caracterização dos elementos construtivos da fachada de um edifício.

A fachada de um edifício actua como a camada de epiderme da pele, e tem por objectivo proteger o edifício de factores externos nefastos, mas simultaneamente permitir que haja trocas com o exterior, nomeadamente em relação ao vapor de água produzido no interior da habitação. A falta de ventilação dos espaços associada a um insuficiente grau de isolamento das habitações, em parte negligenciado pelos projectistas devido ao facto de Portugal ser um país com um clima ameno durante parte significativa do ano, com excepção de certas zonas montanhosas, leva a que certos pontos críticos da fachada não estejam convenientemente isolados originando pontes térmicas, que resultam no aparecimento de condensações e implicam consideráveis perdas energéticas.

As fachadas têm de ser estáveis e garantir diversas exigências funcionais básicas, nomeadamente em relação à segurança, à estanquidade, ao conforto e à durabilidade, manutenção e limpeza. Segue-se uma breve descrição das exigências referidas:

A exigência de **segurança**, pode subdividir-se em três tipos:

Segurança Estrutural: Ou seja, as paredes devem ser concebidas de forma a resistir estruturalmente às sobrecargas a que estão a ser submetidas, seja:

- À acção do vento, principalmente em edificios situados na linha de costa e/ou com altura significativa. Deve ser convenientemente assegurado a fixação dos elementos de revestimento;
- À acção dos sismos. A fachada não deve ser excessivamente rígida, de forma a permitir ligeiras deformações que permitam a oscilação do edificio.

Devem ainda, conferir estabilidade estrutural em relação aos impulsos do terreno (no caso da existência de uma cave ou semi-cave).

Segurança contra risco de incêndio: As paredes devem ser concebidas, de forma a limitar os riscos de propagação do fogo. Para tal, é essencial a adopção de materiais com uma resistência ao fogo adequadas de acordo com o tipo de utilização do edificio.

Outras exigências de segurança: Devem oferecer segurança contra a intrusão e resistir ao choque com corpos estranhos.

A exigência de **estanquidade** pode ser subdividida em duas categorias:

À água: Não deve haver entrada de água líquida através das paredes de fachada. Estas, devem ainda ter um bom comportamento higrotérmico, permitindo a permeabilidade ao vapor de água de forma a evitar condensações e manchas de bolor e fungos na parede.

Ao ar: Os espaços devem ser ventilados, no entanto “a estanquidade ao ar e aos gases deve ser um compromisso entre a ventilação mínima imprescindível à ocupação dos espaços (...) por forma a evitar o desconforto devido às correntes de ar e a gradientes de temperatura.” [2]

A exigência de **conforto** pode ser subdividida em três categorias:

Conforto térmico: Para tal é conveniente que a fachada possua uma inércia térmica significativa, de forma a retardar as variações de temperatura no interior do edifício. Num edifício com inércia térmica elevada, a temperatura interior mantém-se bastante estável, ou seja, não existem quebras nem aumentos bruscos de temperatura. “As paredes devem ser concebidas por forma a que no interior dos edifícios se criem e mantenham condições ambientais satisfatórias em termos de temperatura, humidade, velocidade e qualidade do ar.” [2]

É ainda importante que ofereça uma resistência térmica adequada, de forma a minimizar as perdas térmicas por transmissão e assim favorecer as condições de conforto térmico sem um consumo excessivo de energia.

Conforto acústico: As paredes do edifício devem assegurar um bom comportamento acústico, tendo em conta a localização de possíveis fontes de poluição sonora perto do mesmo. Para além dos ruídos exteriores ao edifício, as paredes e pavimentos devem ainda assegurar o isolamento acústico de ruídos produzidos no interior do edifício. As paredes de fachada devem isolar em relação:

- Sons aéreos;
- Ruídos de percussão;
- Ruídos emitidos pelas paredes (vibração das canalizações, etc.).

Outras exigências de conforto: Entre estas outras exigências de conforto, enquadram-se o conforto visual e o conforto tátil.

As exigências de **durabilidade, manutenção e limpeza** pretendem garantir que quer as paredes através das características dos seus materiais quer os equipamentos nelas aplicados resistam pelo menos 50 anos, em condições normais de conservação. Para além das exigências referidas as paredes de fachada devem ainda cumprir os seguintes requisitos, em relação aos agentes climáticos:

- **Resistir à deformação térmica:** A deformação térmica originada pelo ciclo aquecimento/arrefecimento introduz tensões no pano de fachada provocada pelos choques térmicos que pode levar ao aparecimento de fissuras pelas quais a água das chuvas se infiltra e que pode dar origem a mais fissuras. A existência de elementos de sombreamento, como a adopção de palas nas fachadas, a introdução de juntas de dilatação em panos cuja dimensão assim o justifique bem como a adopção de cores claras podem ser algumas das medidas a adoptar que contribuam para uma diminuição da deformação térmica;
- **Resistir à humidade com o tempo:** Os elementos cerâmicos tem tendência para expandir e as argamassas para contrair, com o tempo;

- **Resistir aos raios ultra-violeta:** A fachada deve resistir aos raios ultra-violeta sem que haja perda da coloração ou resistência da mesma.

Os factores climáticos, estão entre aqueles que de uma forma mais comum podem comprometer a estabilidade de uma fachada ao longo do tempo. As alterações climáticas que o nosso planeta tem vindo a sofrer, estão a originar fenómenos pontuais cada vez mais violentos e frequentes. Apesar de não ser razoável, projectar, dimensionar e construir com base nestes fenómenos extremos é contudo necessário que os projectistas adoptem materiais e sistemas construtivos mais capazes de responder a este tipo de situações. Ao longo das décadas, os sistemas construtivos de fachadas foram evoluindo para melhor responder às solicitações e exigências do mercado tal evolução é descrita nos próximos pontos.

2.1.2. COMPOSIÇÃO

Neste subcapítulo aborda-se a evolução dos materiais constituintes da fachada ao longo das últimas décadas, com particular importância às tecnologias construtivas de fachadas após o início da década de 40.

“As fachadas dos edifícios têm sofrido uma evolução significativa nas últimas décadas, de modo a satisfazerem distintas preocupações em diferentes épocas.” [3]

A partir de 1940, principalmente nos grandes centros urbanos, assistiu-se a um desenvolvimento da tecnologia construtiva com a generalização das estruturas de betão armado, nos pavimentos, que posteriormente se alargaram para a realização dos elementos verticais resistentes, nomeadamente as paredes de fachada. Até esta data, eram prevalentes as paredes constituídas por alvenaria de pedra, com apenas um pano muito espesso e pesado. “Com excepção de algumas zonas rurais ou em edifícios mais rudes do Norte do país, onde eram frequentes as soluções de pedra à vista, nos edifícios correntes as paredes de pedra eram revestidas por rebocos espessos, porosos, de baixa rigidez e realizados em várias camadas por mão-de-obra muito experiente.” [4]

Foi apenas por volta dos anos 50 que começaram a surgir as primeiras paredes duplas em Portugal. As primeiras paredes duplas, eram constituídas por um pano de alvenaria de pedra e por outro pano de alvenaria de tijolo intercalado por uma caixa-de-ar. A princípio não se colocava qualquer espécie de isolante entre as duas camadas, pois acreditava-se que a caixa-de-ar por si só era suficiente para garantir boas condições de isolamento e criar condições de conforto no interior das habitações.

As paredes ao longo do tempo, foram perdendo as funções iniciais de resistência. Desta forma a pedra foi dando lugar a materiais construtivos mais leves, nomeadamente os tijolos cerâmicos que passaram a preencher os pórticos de betão armado. Assim a partir dos anos 60, as paredes exteriores mais comuns em Portugal passam a ser constituídas por dois panos de alvenaria de tijolo, com a interposição de uma caixa-de-ar. A generalização das paredes duplas em materiais cerâmicos permitiu essencialmente aligeirar o peso das paredes. Por conseguinte, como a estrutura estava sujeita a solicitações muito inferiores a espessura das paredes também diminuiu. Para além destes dois aspectos, considera-se também importante o facto da mão-de-obra se ter tornado mais produtiva e das paredes apresentarem um comportamento mais estanque à água.

Com a entrada em vigor do Decreto-Lei nº 40/90, de 6 de Fevereiro [5] que constituiu o primeiro Regulamento do Comportamento das Características Térmicas em edifícios de habitação, tornou-se generalizada a utilização de isolantes térmicos em Portugal. Contudo, os primeiros isolantes térmicos em Portugal foram introduzidos na década de 70, após a primeira grande crise mundial do petróleo onde se constatou a grande dependência energética dos países desenvolvidos que passaram a

introduzir isolantes na construção dos edifícios com vista a contrariar essa dependência e aumentar o conforto térmico.

Nos anos 80 e 90 verificou-se um aumento significativo da construção para habitação em Portugal. Este facto, fez com que se construísse de uma forma pressionada, pois havia pouca oferta em relação à procura. A falta de qualificação da mão-de-obra, a introdução de algumas tecnologias construtivas sem o correcto conhecimento por parte dos projectistas e uma regulamentação à data pouco exigente foram alguns dos factores que levaram a uma construção sem qualidade. Apesar da legislação introduzida [5] e dos avanços conseguidos, constatou-se que ainda muito há por fazer para que se atinja um nível de qualidade do conforto térmico das habitações associada a uma baixa factura de electricidade. Na Figura 2.1, é possível observar uma aproximação daquilo que foi a evolução das paredes em Portugal nas últimas décadas.

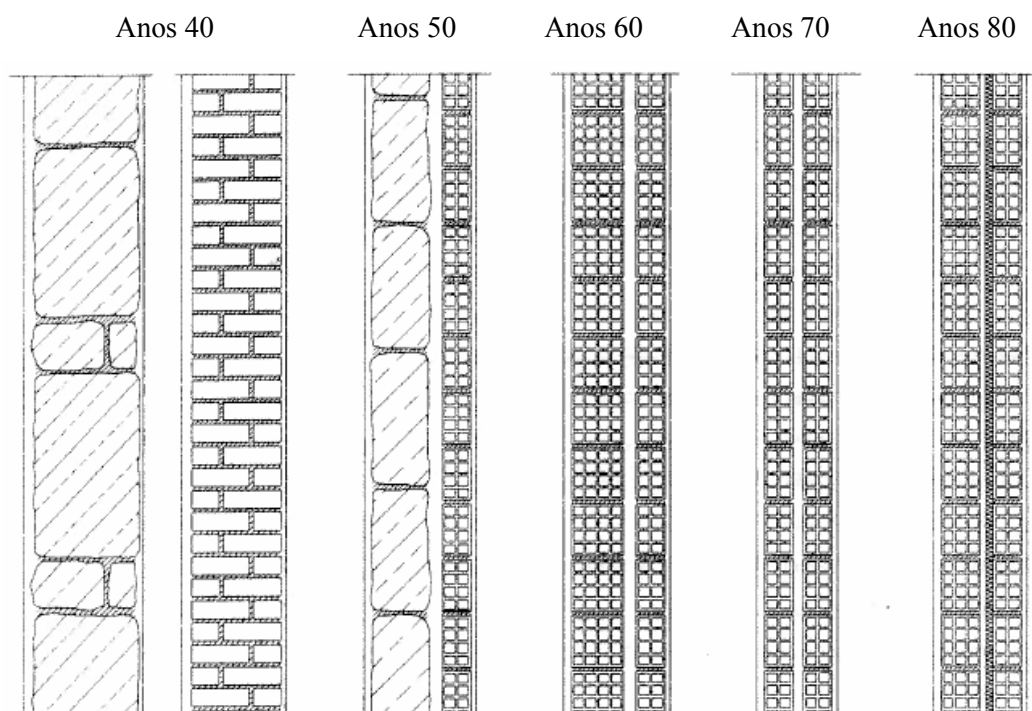


Fig. 2.1 – Evolução das Paredes Exteriores em Portugal. [4]

2.2. CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA NACIONAL

Foi com a primeira grande crise petrolífera, ocorrida no início da década de 70 do século XX que surgiu o primeiro sinal de alerta na economia mundial, relativamente ao peso que esta fonte de energia representava na mesma. A consequente subida do preço do petróleo, levou a União Europeia a tomar medidas que minimizassem a dependência dos países Europeus da importação de petróleo.

Na expectativa de ir ao encontro das medidas tomadas pela Comissão Europeia e pelo Parlamento Europeu, a maioria dos países à data pertencentes à Comunidade Europeia introduziu pela primeira vez regulamentação com o objectivo de reduzir significativamente o consumo energético, particularmente nos sectores da habitação e indústria [6]. A poupança de energia através da racionalização e corte de excessos surge como resposta para se alcançarem as metas inicialmente propostas. O estabelecimento da mudança de hora na passagem do Verão para o Inverno e vice-versa, foi uma das medidas à data adoptadas e que prevalece até aos dias de hoje. Foi também nesta data que

se introduziram tecnologias construtivas mais sofisticadas e até aí não utilizadas, nomeadamente a introdução de isolantes térmicos surgiu e passou a aplicar-se a partir desta altura.

Apesar da última e ainda recente, grande crise do petróleo ter ocorrido em 2008 levando a uma especulativa subida de preços que levou a uma aumento de mais de 100% entre Janeiro e Julho, ainda hoje, a economia mundial é fortemente dependente do petróleo.

Portugal, é um país que possui poucos recursos energéticos no que diz respeito a fontes de energia não renováveis nomeadamente, petróleo, carvão e gás natural. Apesar de nos últimos anos ter havido um esforço evidente para a redução da dependência energética através do investimento em energias renováveis e da evolução da regulamentação já existente, no presente Portugal ainda é um país extremamente vulnerável às crises petrolíferas.

“Portugal, sendo um país fortemente dependente em energia torna-se extremamente vulnerável às situações de crise que ocorrem no mercado petrolífero.” [7]

Em 2007 Portugal tinha importado 82,9% do total da sua factura energética, tendo produzido apenas 17,1% do total da energia primária necessária para a normal subsistência do país. Este último valor, deve-se à produção de energias renováveis nomeadamente a energia hídrica, eólica, solar, geotérmica ao biogás, lenhas e resíduos.

Através da visualização da Figura 2.2, é possível verificar que o petróleo, o gás natural e o carvão em 2007 eram os tipos de recursos energéticos mais utilizados. Consta-se que desde sempre existiu um consumo destes recursos muito acima da média em relação aos restantes, tendo o petróleo um papel essencial no que diz respeito à estrutura de abastecimento do país.

A seguinte figura demonstra a evolução do consumo de Energia Primária em Portugal entre 1996-2007.

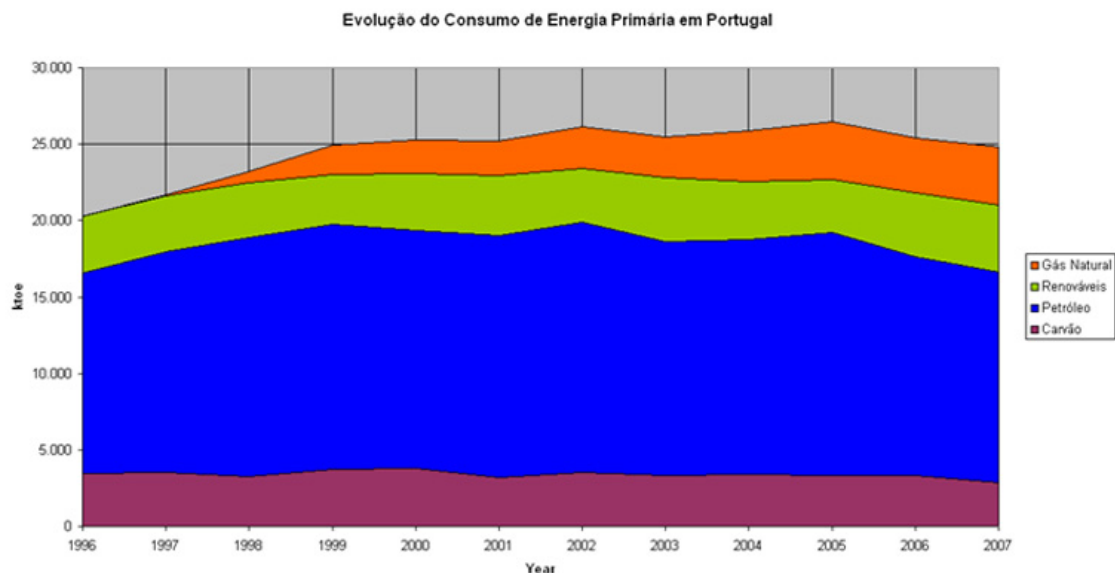


Fig. 2.2 – Evolução do Consumo de Energia Primária em Portugal entre 1996 e 2007. [7]

De acordo com a observação da Figura 2.2 pode-se constatar que o petróleo é fundamental para a estrutura de abastecimento energético do país. Representando 54,0% do consumo total de energia primária em 2007.

O gás natural contribuiu, na última década para diversificar a oferta de energia. Ajudou a reduzir a dependência do exterior em relação ao petróleo. Representou 15,0% do total do consumo em energia primária em 2007.

O consumo de carvão, representou cerca de 11,3% em 2007, do total do consumo de energia primária. Devido ao seu impacto nas emissões de CO₂ prevê-se uma redução progressiva do peso desta fonte de energia não renovável na produção de electricidade.

Relativamente à energia final em 2007, registou-se uma diminuição do consumo de 7,1% de petróleo e um aumento de 5,9% de gás natural e de 3,3% em electricidade. O sector dos transportes é o que mais contribui para o aumento da energia final, cerca de 35% do total, tal como é possível observar na Figura 2.3.

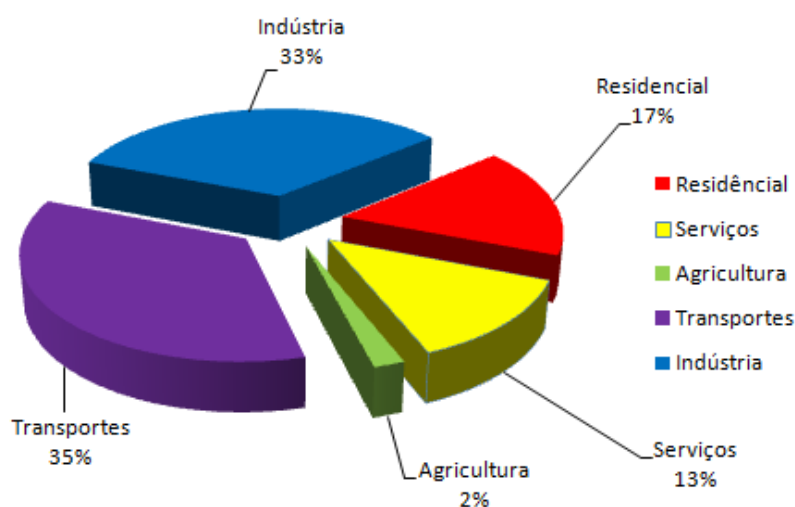


Fig. 2.3 – Energia Final dos Diversos Sectores Económicos em 2007. [7]

O peso da energia final no sector da habitação, corresponde à terceira factura energética mais cara apenas ultrapassada pelos sectores dos transportes e indústria.

“No sector doméstico, assiste-se a um aumento do consumo de energia eléctrica por unidade de alojamento (2611 kWh/alojamento em 2007 contra 2544 kWh/alojamento em 2006). Em relação às formas de energia utilizadas, verifica-se uma estabilização nos consumos dos produtos de petróleo, a favor da electricidade e do gás natural.” [7]

Portugal é um dos países da União Europeia com menor consumo de electricidade *per capita*. Apenas países predominantemente da Europa de Leste como a Bulgária, a Hungria, a Polónia, a Lituânia, a Letónia e a Roménia registaram consumos *per capita* mais baixos que o nacional. No entanto, o sector residencial (Figura 2.4) é dos que tem um peso mais significativo no consumo de energia eléctrica, muito devido à introdução de aparelhos de climatização nas habitações.

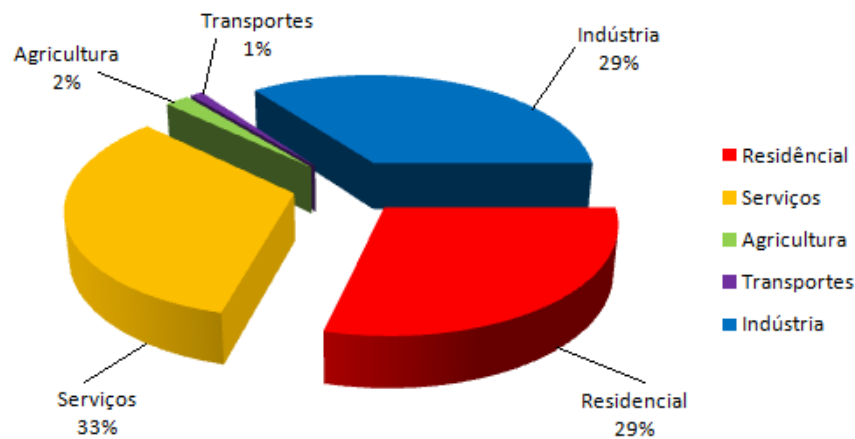


Fig. 2.4 – Energia Eléctrica dos Diversos Sectores Económicos em 2007. [7]

2.3. ENQUADRAMENTO LEGAL

2.3.1. NOTA INTRODUTÓRIA

Pretende-se neste subcapítulo caracterizar a evolução da legislação térmica em Portugal.

Através de uma breve resenha histórica, procurou-se transmitir aqueles que foram os principais factores que levaram à implementação de legislação térmica, nomeadamente do primeiro Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) em 1990 [5]. Sendo este último substituído no ano de 2006 por um novo RCCTE [8] que pretende ir ao encontro das actuais necessidades do mercado, fazendo uma contabilização mais realista dos consumos e aumentando a exigência de qualidade térmica da envolvente dos edifícios.

Para além da legislação relacionada com comportamento térmico dos edifícios, abordam-se alguns dos programas de âmbito energético que foram desenvolvidos a nível nacional.

2.3.2. EVOLUÇÃO DA LEGISLAÇÃO TÉRMICA EM PORTUGAL

A crise petrolífera do início da década de 70, fez-se sentir um pouco por toda a Europa e Portugal não foi excepção. O súbito aumento do preço do petróleo mostrou a debilidade nacional em fazer face a obstáculos até então nunca enfrentados. Surgiu a necessidade de se regulamentar e enquadrar questões do âmbito energético, com o objectivo de conter e racionalizar os gastos energéticos.

Em 1982 surge o Regulamento de Gestão do Consumo de Energia (RGCE), criado pelo Decreto-Lei n.º 58/82, de 26 de Fevereiro [9], e regulamentado pela Portaria n.º 359/82, de 7 de Abril. É aplicável a todas as instalações consumidoras de energia dos sectores da indústria e dos serviços. Até aos dias de hoje, esta legislação ainda se encontra em vigor e têm por objectivo levar os grandes consumidores energéticos, nos quais se inserem as grandes indústrias e os edifícios de serviços a realizarem processos de gestão da energia através de auditorias energéticas e através da obrigatoriedade em realizar e cumprir planos de racionalização e contenção de energia, sujeitos a aprovação pela Direcção Geral de Energia (DGE), em que se fixam as metas de redução de consumo para os mais variados sectores de actividade, pretendendo desta forma reduzir-se a energia na produção de produtos e de serviços.

O Decreto-Lei nº 58/82, de 26 de Fevereiro [9], tornou-se no primeiro diploma em Portugal a regulamentar os maiores consumidores de energia. Surgiu para complementar uma série de programas de incentivos nacionais que já decorriam desde Abril de 1976.

Desde o dia 1 de Abril de 1976, em que entrou em vigor o primeiro programa nacional de apoio às indústrias nacionais, até ao ano de 1984 existiram cinco programas de apoio nacional. À medida que os anos avançavam os subsídios atribuídos era crescentemente inferiores, todavia o número de projectos de indústrias a serem apoiadas eram sempre superiores ao do programa anterior. Este facto deve-se a um crescente interesse por parte dos industriais em reduzir o custo de produção dos seus produtos e consequentemente aumentar a sua competitividade no mercado, uma vez que existia uma relação directa entre os custos de produção e o custo final do produto a ser pago pelo consumidor. No total destes cinco programas de apoio foram apoiadas à data 273 empresas.

Em 1988 entrou em vigor um novo programa em articulação com os programas VALOREN e PEDIP, no âmbito do 1.º Quadro Comunitário. Este programa tinha por objectivo apoiar o “Sistema de Incentivos à Utilização Racional de Energia” (SIURE) e decorreu até 1993. No âmbito deste programa foram aprovados 254 projectos.

No entanto ainda existiam vários sectores, para além das empresas e das grandes instalações que não estavam contemplados no Decreto-Lei nº58/82, de 26 de Fevereiro [9] e que no seu total perfaziam uma parcela de despesa energética muito elevada, nomeadamente o sector da habitação.

A Comissão de Estudos de Gestão de Energia nos Edifícios (CEGENE) criado pelo Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes na década de 70, publicou em 1985 as “Regras de Qualidade Térmica de Edifícios” todavia não em relação a todos os edifícios mas somente aos edifícios públicos. A continuação do seu trabalho permitiu o desenvolvimento do primeiro Regulamento das Características do Conforto Térmico da Edificação [5].

Desta forma com o objectivo de estender a utilização racional da energia, a 6 de Fevereiro de 1990 foi criado o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), nomeadamente através da regulamentação do Decreto-Lei nº40/90, de 6 de Fevereiro [5]. O referido Decreto-Lei constituiu a base para a contínua melhoria até aos dias de hoje do conforto térmico em edifícios. Destaca-se como uma das principais alterações a possível incorporação de formas de captação e aproveitamento solar.

Entre 1994 e 1999 esteve em vigor o Programa da Energia. Este programa tinha cinco domínios de actuação e intervenção, sendo três dirigidos para a utilização racional da energia. As áreas abrangidas iam desde os transportes aos edifícios e pretendia-se diminuir a dependência energética do exterior promovendo a racionalização energética nos mais variados sectores do país.

Em 1998, foi aprovado o Decreto-Lei n.º 118/98, de 7 de Maio [10] mais conhecido por Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE). Este último foi revogado pelo Decreto-Lei n.º 79/2006, de 4 de Abril [11] e têm por objectivo regulamentar a instalação de sistemas de climatização em edifícios.

Em 2001 foram criadas as Medidas de Apoio ao Aproveitamento do Potencial Energético (MAPE), que no contexto do Programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas) foi adoptado pelo governo em 2002.

Apesar da regulamentação adoptada, não se verificaram resultados satisfatórios. Tal facto deve-se à melhoria do nível de vida da população e ao seu maior grau de exigência em termos de conforto. Constatou-se um elevado crescimento na aquisição de sistemas de climatização, para aumentar o conforto térmico das habitações, no entanto a introdução destes aparelhos aumentou de forma

significativa os gastos energéticos associados à habitação. Para contrariar o aumento do consumo de energia neste sector, foi implementada a iniciativa pública: “Eficiência Energética nos Edifícios”.

Com o objectivo de rever a anterior regulamentação, e transpor para a legislação nacional a Directiva Comunitária 2002/91/CE [12] responsável pela implementação de um Sistema de Certificação Energética (SCE) resultou a revogação do Decreto-Lei nº40/90, de 6 de Fevereiro [5] e a aprovação do Decreto-Lei nº 80/06, de 4 de Abril [8], que entrou em vigor em 2006 e permite informar os utilizadores e potenciais compradores de uma habitação sobre o consumo energético dessa habitação.

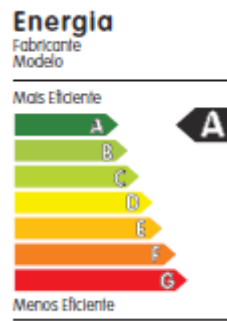


Fig. 2.5 – Etiqueta Energética. [13]

2.3.2.1. Decreto-Lei n.º 40/90, de 6 de Fevereiro

“A necessidade de um instrumento legal que regule as condições térmicas dos edifícios vinha de há muito a ser sentida no nosso país por razões que se prendem com a aspiração legítima das populações a melhores condições de salubridade, de higiene e de conforto nos edifícios em geral e na habitação, em particular, e que têm a ver, também, com o consumo actual e potencial da energia para o conforto térmico (aquecimento e arrefecimento) e para o conforto visual (iluminação), bem assim como com a qualidade da construção em geral.” [5]

Desta forma, a 6 de Fevereiro de 1990 surge aquela que foi a primeira base regulamentar [5] relativamente à utilização energética em edifícios. Através da implementação do Decreto-Lei nº 40/90, de 6 de Fevereiro que constituiu o primeiro Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios, pretendia-se ir ao encontro das normas e políticas energéticas estabelecidas a nível Europeu, tendo em conta a realidade climática existente em Portugal.

Pela primeira vez, surgiram medidas efectivas com o objectivo de aumentar a melhoria das condições de conforto térmico e energético dos edifícios, nomeadamente através da exploração do potencial da sua envolvente, estabelecendo requisitos mínimos para a mesma. Tirando proveito do facto Portugal ser dos países Europeus com maior número de horas diárias de exposição solar, esta legislação [5] introduziu medidas para tirar partido da energia solar ou do ambiente através da sua arquitectura e do desenvolvimento das tecnologias de construção dos edifícios.

“A chave do sucesso deste Regulamento está na sua aplicação na fase de licenciamento e na abertura à possibilidade da auditoria energética e da acção fiscalizadora ao nível do projecto.” [5]

Contudo, era reconhecido que não existia à data experiência prática por parte dos agentes do sector para realização das auditorias energéticas *in situ*. Até que essa experiência fosse adquirida, o Regulamento [5] aconselhava a exploração das determinações regulamentares que tinham por base algumas condicionantes construtivas.

Para melhorar o âmbito de enquadramento das condicionantes construtivas o Regulamento [5] estabeleceu parâmetros e “índices correspondentes aos valores das necessidades em energia por estação de aquecimento e de arrefecimento por metro quadrado de construção e por ano” [5]. Estes valores correspondem a valores base e estabelecem os padrões mínimos de qualidade térmica tendo em conta as soluções construtivas e arquitectónicas adoptadas em projecto.

O primeiro RCCTE introduziu requisitos na elaboração dos projectos, que tinham em conta as exigências de conforto térmico no interior dos edifícios de forma ao consumo de energia não ser excessivo e a diminuir a ocorrência de condensações na estrutura com efeitos patológicos.

Ficavam abrangidas pelo Regulamento [5] todas as zonas independentes dos edifícios sujeitos a licenciamento, ou seja todas as zonas de um edifício que tivessem um contador individual de consumo de energia.

Também os edifícios que à data não careciam de licenciamento municipal tinham de obedecer às directrizes do presente Regulamento [5]. Tal como as remodelações ou alterações em edifícios que representassem mais de metade do valor destes e que carecessem ou não de licenciamento municipal.

Ficavam excluídos os edifícios que se destinassem a ficar constantemente abertos, bem como as remodelações e recuperações de edifícios em zonas históricas ou edifícios classificados, desde que fosse incompatível a aplicação com este Regulamento [5].

O Regulamento [5] especificava índices e parâmetros, para caracterizar o comportamento térmico dos edifícios. Os índices térmicos, que o Regulamento determinava que se quantificassem eram os valores das necessidades nominais de energia útil por estação de aquecimento, NI, e por estação de arrefecimento, Nv. Estes índices ficavam dependentes das zonas climáticas por concelho, e estão definidas no Quadro III.1 do Anexo III do Decreto-Lei nº 40/90, de 6 de Fevereiro. Os valores das necessidades nominais de energia eram calculados com base nos metros quadrados de área útil de cada zona independente.

Os parâmetros térmicos que o Regulamento determinava que se quantificassem eram respectivamente:

- Os coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente;
- A classe de inércia térmica do edifício;
- O factor solar dos envidraçados.

O presente regulamento está dividido em quatro capítulos, respectivamente:

Capítulo I — Objecto e âmbito de aplicação

Capítulo II— Princípios gerais, definições e referências

Capítulo III — Requisitos energéticos

Capítulo IV — Licenciamento, fiscalização e sanções

Os Anexos apoiam a metodologia de cálculo e os capítulos. O regulamento está dividido em seis anexos, respectivamente:

Anexo I – Definições

Anexo II - Valores de referência

Anexo III - Dados climáticos

Anexo IV - Método de cálculo das necessidades nominais de aquecimento

Anexo V - Método de cálculo das necessidades nominais de arrefecimento

Anexo VI - Quantificação dos parâmetros térmicos

2.3.2.2. Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril

Passados dezasseis anos desde a implementação do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 40/90, de 6 de Fevereiro [5] é inegável o contributo que este deu na melhoria do conforto e da qualidade térmica dos edifícios em Portugal.

Graças a este Regulamento [5], que foi a primeira base de regulamentação térmica dos edifícios, hoje está complementemente generalizada a prática de aplicação de isolamento térmico nos edifícios, superando mesmo todas as expectativas iniciais.

No entanto desde 1990 o panorama da construção de edifícios em Portugal alterou-se bastante, nomeadamente no que diz respeito a sistemas de controlo das condições ambiente no interior dos edifícios. Enquanto no final da década de 80 muito poucos edifícios contemplavam estes sistemas, hoje em dia existe uma ampla difusão dos mesmos e a utilização de equipamentos de climatização no sector habitacional é crescente. Esta nova realidade dá lugar a um aumento significativo do consumo energético do sector da habitação em relação a outros sectores. Tal como é possível constatar no ponto 2.2 relativo à Caracterização Energética Nacional, em 2007, 29% do consumo eléctrico em Portugal correspondiam ao sector residencial.

Nestas circunstâncias a primeira versão do RCCTE revelou-se pouco exigente, pelo que perante esta nova realidade surgiu a necessidade de se criar uma nova enquadramento regulamentar [8] caracterizada por uma contabilização mais rigorosa de consumos, evoluindo desta forma para um critério mais exigente no que diz respeito à qualidade térmica da envolvente dos edifícios.

Admite-se que parte significativa dos edifícios em Portugal venham a ter dispositivos que alterem as condições ambiente nos espaços interiores, independentemente da altura do ano. Impõem [8] por isso, limites aos consumos energéticos resultantes da existência destes dispositivos.

“Neste contexto, são claramente fixadas as condições ambientais de referência para cálculo dos consumos energéticos nominais segundo padrões típicos admitidos como os médios prováveis, quer em termos de temperatura ambiente quer em termos de ventilação para renovação do ar e garantia de uma qualidade do ar interior aceitável, que se tem vindo a degradar com a maior estagnidade das envolventes e o uso de novos materiais e tecnologias na construção que libertam importantes poluentes.” [8]

A União Europeia, com o objectivo de reduzir as emissões dos sectores consumidores de energia principalmente do sector dos edifícios publicou a 4 de Janeiro de 2003 a Directiva n.º 2002/91/CE [12] relativa ao desempenho energético dos edifícios.

Esta directiva [12] obriga os Estados membros a actualizarem periodicamente os regulamentos de forma a melhorar o comportamento dos edifícios novos e reabilitados. Na óptica de considerar todos os consumos energéticos importantes, a directiva obriga também à contabilização das necessidades de energia para preparação de águas quentes sanitárias particularmente no sector da habitação, com o objectivo de favorecer o uso de sistemas de captação solar ou outras alternativas desde que renováveis.

A obrigatoriedade da instalação de painéis solares para a produção de água quente sanitária abre caminho à ampliação do mercado de energia solar renovável, contribuindo para a diminuição de dois factores: a poluição e a dependência energética Portuguesa.

“Impõe-se, portanto, que o RCCTE seja actualizado em termos de um nível de exigências adequado aos actuais contextos social, económico e energético, promovendo um novo acréscimo de qualidade térmica dos edifícios num futuro próximo.” [8]

No novo RCCTE [8] aplicou-se um modelo de certificação energética que contempla um conjunto de procedimentos no domínio do licenciamento e da autorização das operações de edificação. Para além desta medida, conduziu a um acréscimo do grau de exigência de formação profissional dos técnicos que podem vir a ser responsáveis pela comprovação dos requisitos deste Regulamento [8].

O âmbito de aplicação do actual RCCTE [8] é referente a:

- Edifícios de habitação e a todos os novos edifícios de serviços sem sistemas de climatização centralizados, independentemente de estarem ou não sujeitos a licença;
- Ampliações de edifícios existentes, apenas na nova área construída;
- Grandes intervenções de remodelação ou de alteração na envolvente (em casos que o custo ultrapasse os 25% do valor do edifício, o custo é calculado com base no valor de referência definido em portaria) ou nas instalações de preparação de águas quentes sanitárias dos edifícios de habitação e dos edifícios de serviços sem sistemas de climatização centralizados independentemente de estarem ou não sujeitos a licença;
- Edifícios de serviços com área útil inferior a 1000 m², com sistemas de climatização de potência inferior a 25 kW ou sem sistemas de climatização mecânicos.

O Regulamento [8] deve ser aplicado a cada fracção autónoma de um edifício, ou seja, a cada uma das partes de um edifício que seja dotada de contador individual de consumo de energia, que esteja separada do resto do edifício por uma barreira física contínua e cujo direito de propriedade ou fruição seja transmissível autonomamente.

Excluem-se do âmbito de aplicação do presente Regulamento [8]:

- Os edifícios ou fracções autónomas destinados a serviços, a construir ou renovar, que se destinem a permanecer frequentemente abertos e em contacto com o exterior. Não podendo ser aquecidos nem climatizados;
- Os edifícios utilizados como locais de culto e os edifícios utilizados para fins industriais. Bem como garagens, armazéns, oficinas e edifícios agrícolas não residenciais;
- As intervenções de remodelação, recuperação e ampliação de edifícios em zonas históricas ou em edifícios classificados, sempre que se verifique incompatibilidade com este Regulamento [8];
- As infra-estruturas militares que se encontrem sujeitas a regras de controlo e confidencialidade.

O novo regulamento está dividido em cinco capítulos:

Capítulo I – Objecto e âmbito de aplicação

Capítulo II – Definições e parâmetros de caracterização

Capítulo III – Requisitos energéticos

Capítulo IV – Licenciamento

Capítulo V – Definições finais e transitórias

Os Anexos apoiam a metodologia de cálculo e os capítulos. O regulamento está dividido em nove anexos, respectivamente:

Anexo I – Espaços com requisitos de conforto térmico

Anexo II – Definições

Anexo III – Zonamento Climático

Anexo IV – Método de cálculo das necessidades de aquecimento

Anexo V – Método de cálculo das necessidades de arrefecimento

Anexo VI – Método de cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente sanitária

Anexo VII – Quantificação dos parâmetros térmicos

Anexo VIII – Fichas para licenciamento ou autorização

Anexo IX – Requisitos mínimos de qualidade térmica para a envolvente dos edifícios

3

ÂMBITO DA REABILITAÇÃO

3.1. DESCRIÇÃO DO MERCADO DE REABILITAÇÃO

3.1.1. SITUAÇÃO DO MERCADO PORTUGUÊS

“O parque edificado Português e em particular o parque habitacional é genericamente um parque envelhecido, pese embora o elevado ritmo de construção nova verificado nos últimos anos. Boa parte desse parque encontra-se também bastante degradada por condições várias que se prendem sobretudo com dificuldades sentidas no cumprimento cabal da legislação que enquadra a conservação dos edifícios.” [14]

De acordo com [15], os trabalhos de construção podem ser subdivididos em quatro grandes áreas:

- Construção Residencial;
- Construção Não Residencial;
- Edifícios;
- Engenharia Civil.

Em 2008, de acordo com a Figura 3.1, verificou-se que o maior investimento em reabilitação foi realizado nos trabalhos dos Edifícios. Estes, correspondem ao somatório dos edifícios residenciais e dos não residenciais. Uma vez que as Escolas estão contempladas nestes últimos (edifícios não residenciais), o resultado expresso na Figura 3.1 surge associado aos incentivos governamentais relativos à renovação do parque escolar destinado ao ensino secundário, estabelecido pelo Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2007. [16]

Relativamente aos trabalhos de reabilitação, as construções residenciais, engenharia civil (Transportes, telecomunicações, trabalhos hidráulicos, entre outros) e construções não residenciais (Indústria, comércio, entre outros), são as áreas que respectivamente têm um maior volume de negócios em reabilitação.

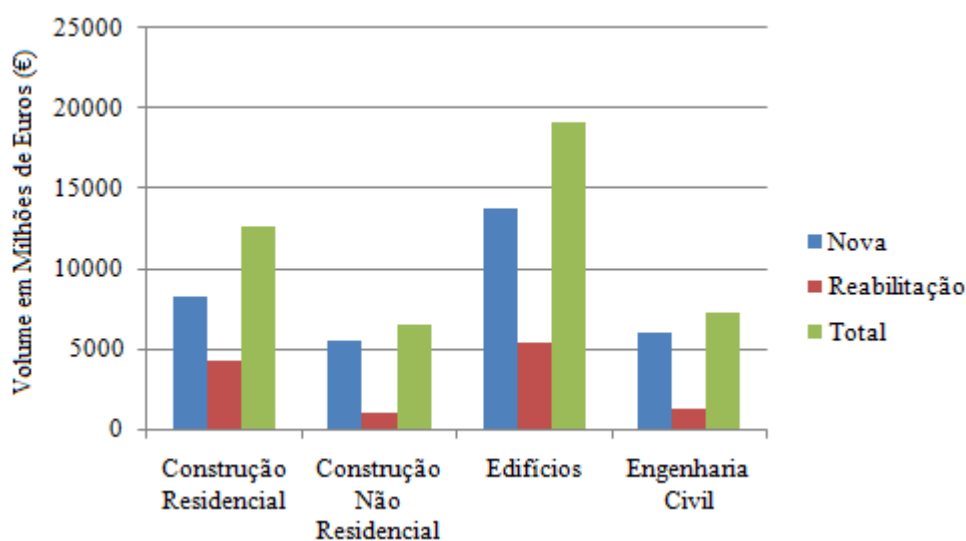


Fig. 3.1 – Comparação do Volume de Negócios (€) de Construções Novas e de Obras de Reabilitação em todos os Sectores de Construção, em 2008. [15]

Particularizando a construção residencial, constata-se que o estado de degradação dos edifícios em Portugal se deve em grande parte à falta de investimento na conservação e manutenção dos mesmos. O principal factor que desencadeou a actual situação do mercado de reabilitação foi o congelamento das rendas anteriores a 1990. Este facto, em conjunto com as condições favoráveis do mercado para aquisição de casa própria durante muito tempo, originou um mercado de arrendamento praticamente inexistente.

Comparando o licenciamento relativo à habitação familiar, de construções novas e de obras de reabilitação, constata-se que as primeiras têm vindo sucessivamente a diminuir desde 2001 até 2009, sentindo-se mais particularmente esta descida a partir do ano 2008. Mas ao contrário do que seria de esperar os licenciamentos de obras de reabilitação não beneficiaram com o decréscimo das anteriores.

Verifica-se, inclusive, no que diz respeito às licenças de obras de reabilitação, que existe uma tendência de decréscimo nos últimos anos em parte devido ao actual cenário macroeconómico desfavorável. (Figura 3.2)

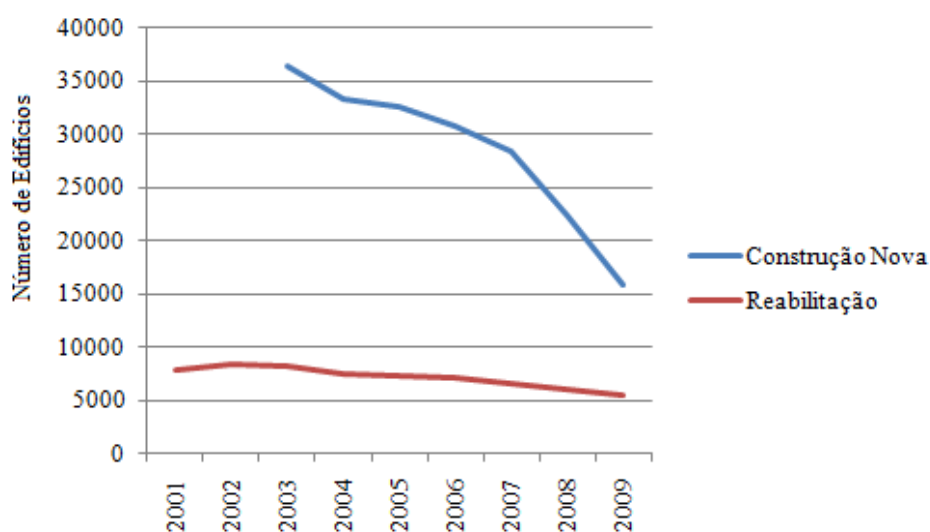


Fig. 3.2 – Comparação do Licenciamento de Construções Novas e de Obras de Reabilitação para Habitações Familiares 2001-2009. (Informação cedida por AICCOPN)

Os edifícios de residência habitual, em 2001, representavam a faixa mais significativa de edifícios a necessitar de obras (pequenas, médias, grandes ou muito grandes) como é possível observar na Figura 3.3.

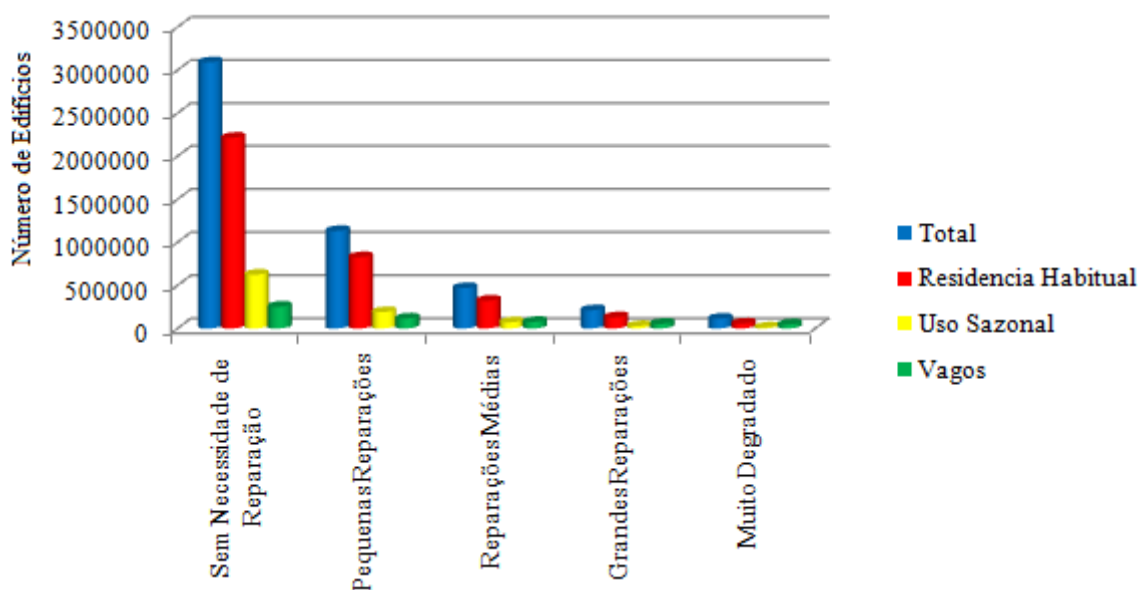


Fig. 3.3 – Avaliação do Estado de Conservação de Acordo com o Tipo de Utilização do Edifício, em 2000. [17]

A região do país que tem verificado uma maior dinâmica no sector da reabilitação, como é possível ver na Figura 3.4, é o centro interior. Contudo, também nos municípios do interior e centro do Alentejo, de Lisboa e do Porto se tem verificado essa mesma tendência.

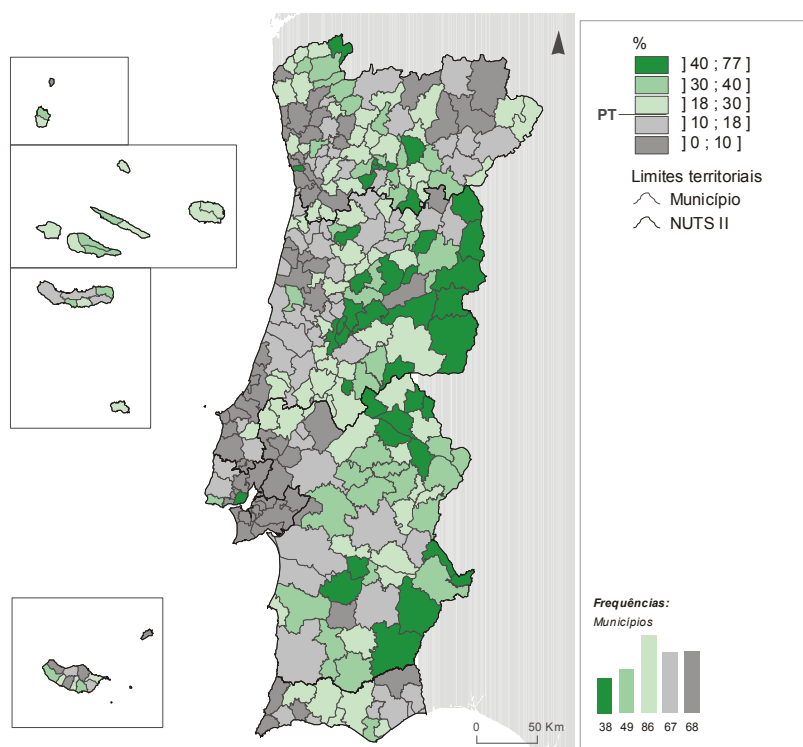


Fig. 3.4 - Proporção de Reabilitações Físicas no Total de Obras Concluídas em Edifícios, por município, 2001-2007. (Informação cedida por AICCOPN)

3.1.2. COMPARAÇÃO COM A SITUAÇÃO EUROPEIA

Em 2004, Portugal apresentava um dos parques habitacionais mais jovens da Europa, aproximadamente 62% da construção existente foi construída depois de 1971 (Figura 3.5). De acordo com fonte do *Eurostat*, apenas o Chipre e a Irlanda ultrapassavam Portugal no que diz respeito à juventude do parque habitacional.

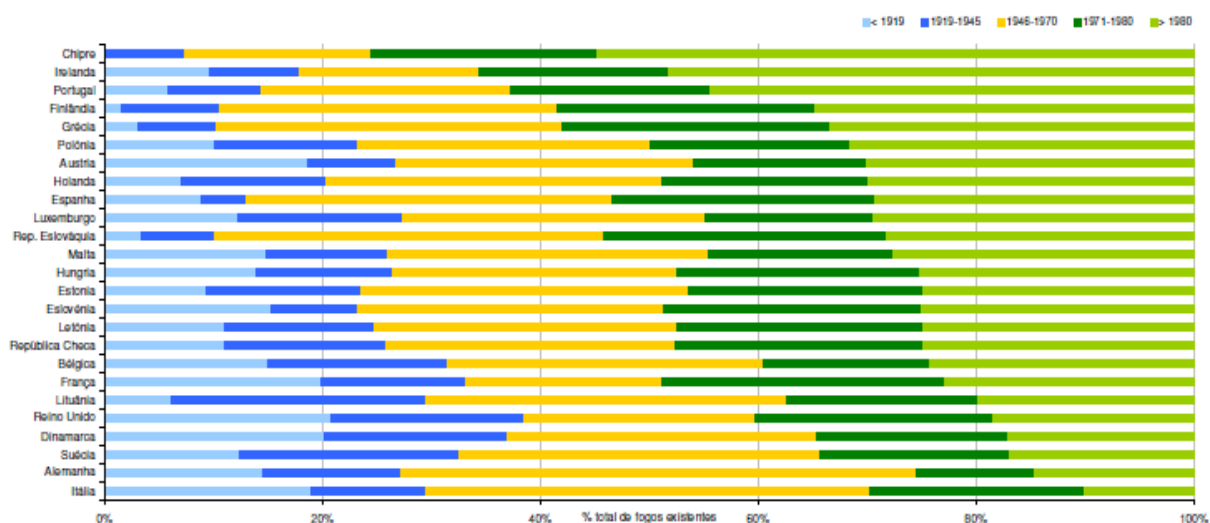


Fig. 3.5 – Distribuição Percentual da Idade da Construção Existente na UE-25, em 2004. [18]

No que diz respeito à reabilitação, verifica-se que Portugal apresenta um investimento muito aquém comparativamente com o resto dos países Europeus (Figura 3.6).

Portugal, em 2000, era o país que menos investia em reabilitação a nível Europeu. A juventude do parque habitacional, por si só, não justifica esta posição. A Irlanda tem um parque habitacional mais recente que o nosso, mas no mesmo ano apresentava um investimento em obras de reabilitação de aproximadamente 22%, mais do triplo do que à mesma data era investido cá.

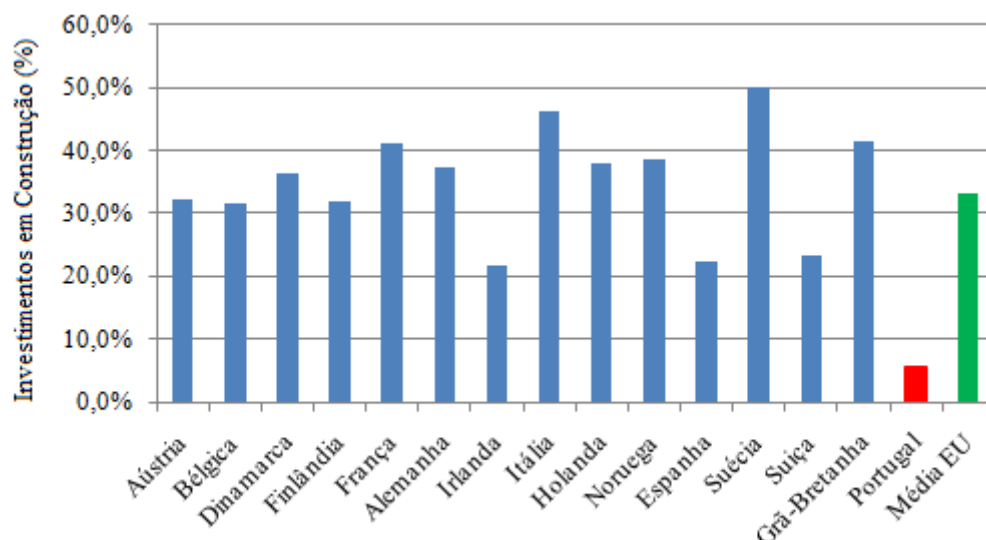


Fig. 3.6 – Investimento em Reabilitação na Europa, no ano 2000. [17]

Actualmente, estima-se que os trabalhos de reabilitação e manutenção, representem cerca de 34% do montante total investido (em milhões de euros) em relação à habitação. [15] No entanto, apesar da actual situação ser mais optimista do que a vivida em 2000, Portugal de acordo com a observação da Figura 3.7, em 2008 foi dos países Europeus que menos investiu em reabilitação (4. 283 milhões de euros). Apenas a Suíça, a Polónia e a Eslováquia investiram menos.

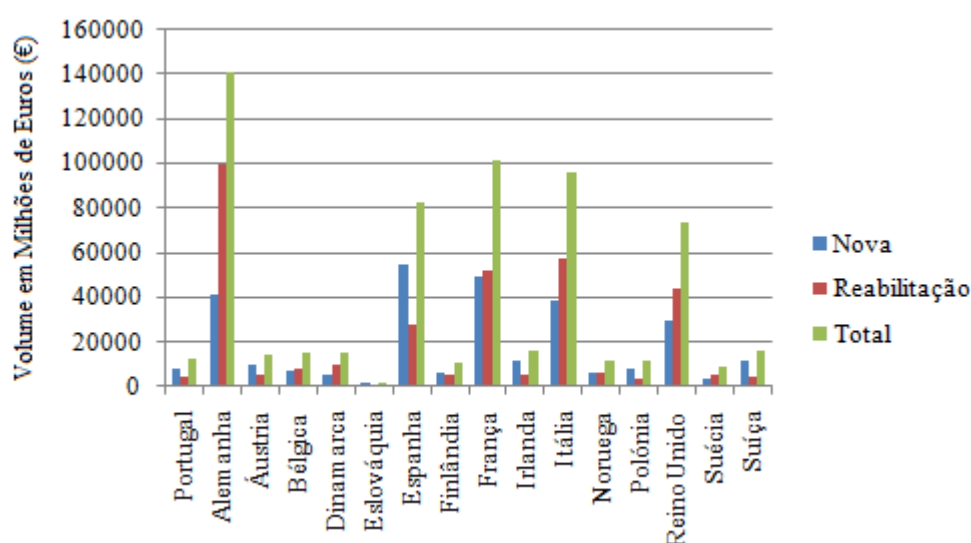


Fig. 3.7 – Investimentos em Construção Nova e Reabilitação na Europa em 2008. [15]

Portugal, é um dos países Europeus que apresenta maior potencial para reabilitação do património edificado devido às características arquitectónicas, históricas e patrimoniais do mesmo contudo, tal não sucede.

3.2. A REABILITAÇÃO E O MERCADO DE ARRENDAMENTO

Para perceber a problemática da reabilitação em Portugal é necessário analisar as causas do problema.

Até 1974 grande parte das fracções construídas eram destinadas ao arrendamento. Com a introdução das políticas públicas, o congelamento de rendas e elevadas taxas de inflação o mercado de arrendamento deixou de ser atractivo para quem procurava uma habitação.

Assim, as políticas relativas ao mercado de arrendamento constituem uma parte importante do problema pois se não forem mais justas e caminharem ao encontro da realidade de inquilinos e proprietários, dificilmente será possível inverter a tendência de degradação destes imóveis.

“Entre 1970 e 2008 o custo de vida aumentou mais de 40 vezes mas o valor da actualização das rendas teve um crescimento muito reduzido.” [19] É necessário ter em conta que grande parte destes fogos são do domínio privado, e a partir de 1974 com o congelamento das rendas, os senhorios viram-se impedidos de aumentar as rendas para que estas fossem compatíveis com o custo de vida actual. “Em 2008, cerca de 234.000 habitações tinham rendas inferiores a 50 euros, das quais, 78.000 com rendas inferiores a 15 euros.” [19]

Com rendas tão irrisórias (Figura 3.8), resta aos proprietários destes imóveis duas soluções: ou investem o seu dinheiro assumindo à partida que este não terá retorno pois as receitas são manifestamente insuficientes face aos custos de reabilitar, ou então, não lhes resta outra alternativa se não verem os seus imóveis degradarem-se com o passar do tempo.

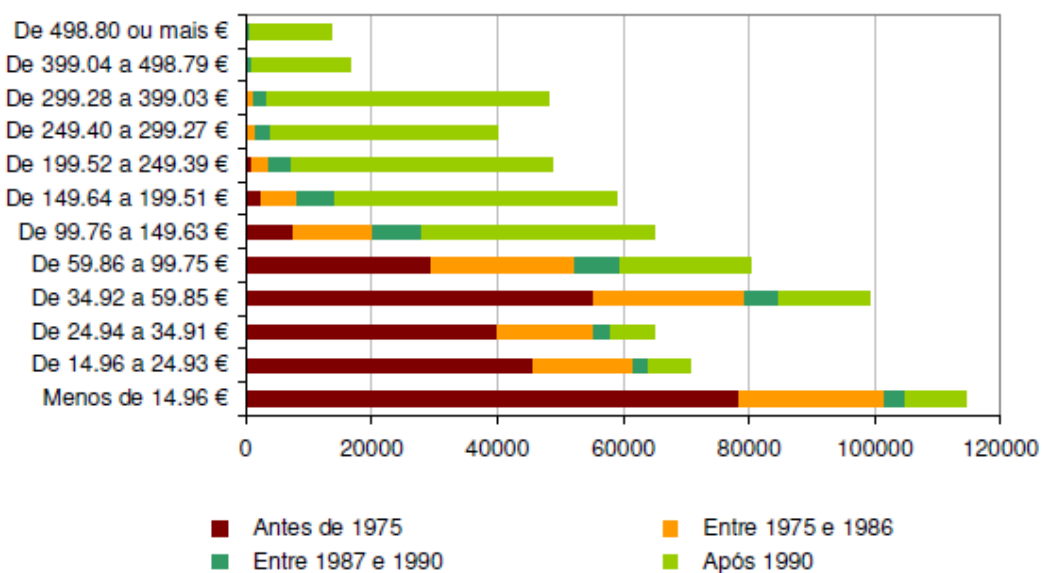


Fig. 3.8 – Alojamentos Clássicos, Arrendados, Ocupados como Residência Habitual, Segundo o Escalão de Renda, pela Época do Contrato, em 2001. [18]

O Estado aplicou dois tipos de política bastante diferentes, consoante os edifícios a arrendar fossem propriedade pública ou privada. No último caso, o modelo de política de arrendamento originou algumas situações de grave injustiça social, tanto para com os senhorios que não possuem dinheiro para reabilitar o seu património como para os inquilinos pobres de habitações privadas, maioritariamente pessoas idosas, algumas a viverem em condições infra-humanas. O Estado, transferiu para os senhorios, aquela que era a sua responsabilidade social abdicando de qualquer apoio a estes cidadãos que também são Portugueses contribuintes.

O cenário acima descrito, justifica a ausência de um mercado de arrendamento por comparação com os restantes países da União Europeia. “Portugal é o 2.º país da UE a menor percentagem de habitações destinadas ao arrendamento, mas, em contrapartida, é o 3.º com a maior percentagem da população com habitação própria (76%).” [19] Isto de acordo com os dados do último Censos realizado em 2001. Em 2005 Portugal perdeu o 3.º lugar para a Bélgica, relativamente à percentagem de população com habitação própria mas continuou entre os cinco países com mais proprietários (Figura 3.9).

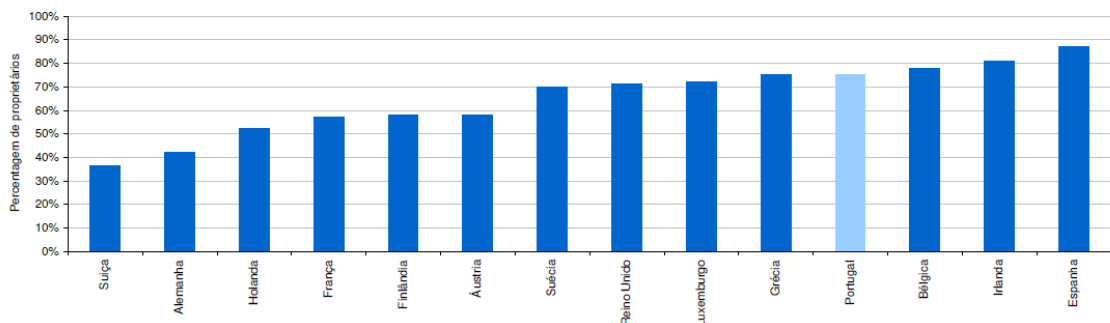


Fig. 3.9 – Percentagem de Proprietários, em 2005, em 14 Países da Europa. [18]

O congelamento da lei do arrendamento foi sem dúvida alguma um factor determinante para a falta de investimento no mercado de reabilitação. Contudo, este factor associado à melhoria das condições financeiras da população (permitida pelo facilitismo da banca em conceder crédito habitação) fez com que grande parte da população se endividasse para poder comprar casa própria.

As condições favoráveis da banca juntamente com a inexistência do mercado de arrendamento, fizeram com que a maioria da população contraísse empréstimos, tendo de se empenhar durante grande parte da vida para conseguir pagar uma casa, que antes do prazo de vencimento do empréstimo já se encontra obsoleta.

3.3. FUNDAMENTOS PARA A REABILITAÇÃO

A reabilitação de edifícios pode ser muito abrangente, pelo que não existe uma definição clara e precisa de reabilitação. Reabilitar à partida pressupõe a melhoria do desempenho e comportamento do edifício, através da substituição de um elemento por outro novo, com a perspectiva de aumentar a sua vida útil e o seu valor imobiliário. “A reabilitação dos edifícios visa conferir a estes ou a algumas das suas partes uma melhoria significativa de qualidade, não só em relação ao seu estado actual, como ainda, em grande número de casos, em relação à qualidade que tinham à data da sua construção.” [14]

As operações de reabilitação podem abranger áreas muito diversas e de diferente complexidade, assim acções como, alteração da fachada de um edifício, ampliação com o objectivo de criar novos espaços ou reforço do isolamento térmico da envolvente de um edifício, constituem todas acções de

reabilitação. Existem duas possíveis interpretações a fazer à palavra reabilitação, mediante se trate de um edifício degradado ou não. Assim, no âmbito da palavra “reabilitação” existem as palavras “beneficiação” e “recuperação”, mas pode ainda existir o termo “conservação”. A primeira palavra, é relativa aos edifícios não degradados, que sofreram operações para lhes conferir uma qualidade superior do que aquela que possuíam até à data da intervenção. A segunda palavra “recuperação”, corresponde a operações sobre edifícios degradados ou que não procederam a licenciamento municipal. E por fim a palavra “conservação”, diz respeito a operações que pretendem atribuir a edifícios não degradados a mesma qualidade que tinham aquando da sua construção.

As principais razões que levam a reabilitar são de natureza económica, social, ambiental, arquitectónica e legislativa.

Entre 1970 e 2007 assistiu-se a um crescimento das cidades baseado num modelo expansivo, que privilegiou a construção de novos fogos para habitação nos seus arredores em detrimento dos centros históricos e urbanos das cidades. Esta solução levou ao parcial abandono destas zonas e consequente empobrecimento e degradação das mesmas, para além de representar uma escolha pouco sustentável do ponto de vista energético e económico, pois constitui uma duplicação de recursos já existentes.

3.4. FUNDAMENTOS PARA A REABILITAÇÃO DE FACHADAS

Actualmente assiste-se a um esforço para reabilitar o parque habitacional de edifícios antigos. Contudo, também parte do parque habitacional construído nas décadas de 60, 70 e 80 apresenta necessidade de reabilitação.

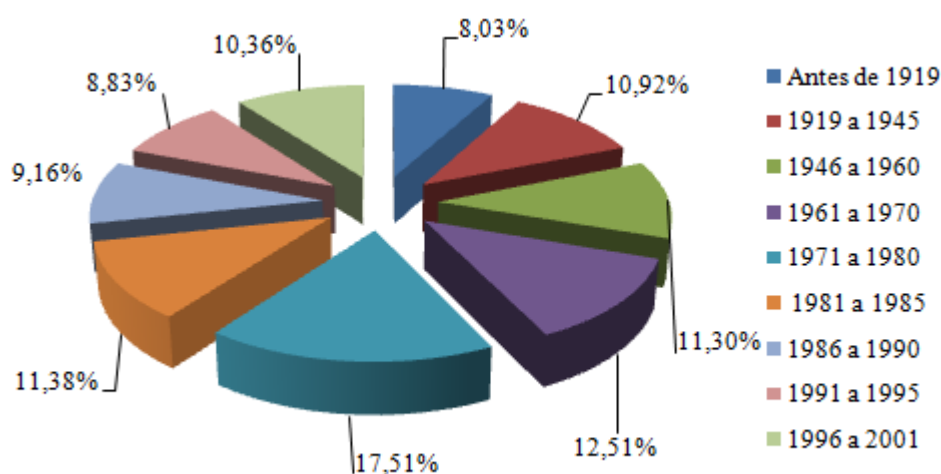


Fig. 3.10 – Avaliação do Peso dos Edifícios Antigos, por época de construção, em 2001. [20]

O parque habitacional, construído nas décadas de 60, 70 e 80 é o que tem maior representatividade de edifícios, como é possível verificar na Figura 3.10. Constata-se que 50,56% dos edifícios do parque habitacional foram construídos nas décadas 60,70 e 80. 30,25% dos edifícios foram construídos em anos anteriores a 1961 e 19,19% foram construídos depois de 1990.

Aquando da construção dos primeiros e segundos mencionados, não existia em vigor qualquer tipo de regulamentação que impusesse critérios no que diz respeito ao comportamento térmico dos mesmos ou aos sistemas climáticos. Por esse motivo grande parte dos edifícios construídos antes da introdução da

primeira regulamentação de comportamento térmico dos edifícios apresenta hoje em dia necessidade de reabilitação. Desta forma a reabilitação térmica dos edifícios, apresenta várias vantagens nomeadamente, a diminuição da factura energética dos edifícios através do reforço do isolamento da sua envolvente reduzindo o nível de dependência energética do país, e ainda a correcção de algumas situações patológicas que possam ocorrer devido à humidade e condensações.

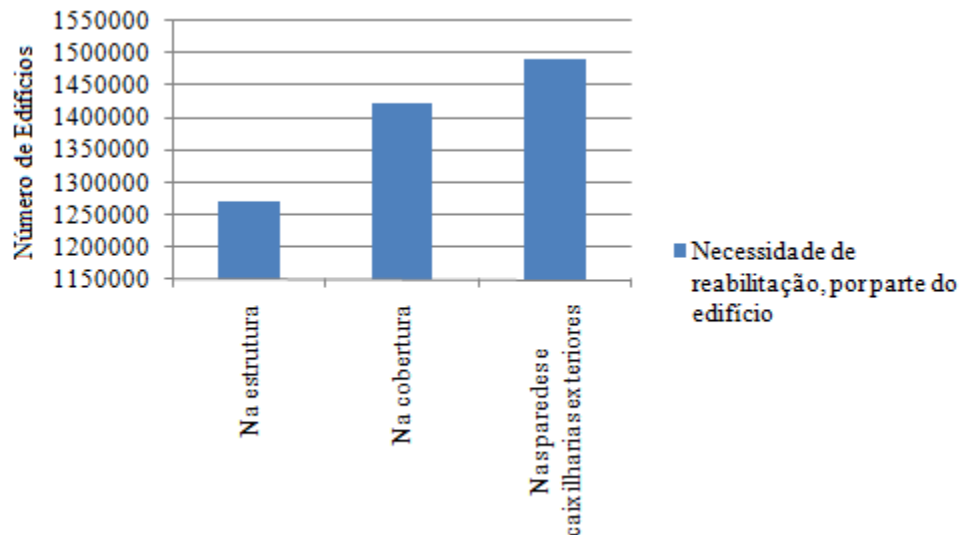


Fig. 3.11 – Número de Edifícios com Necessidades de Reparação, por parte, em 2001. [20]

De acordo com a observação da Figura 3.11, é possível verificar que em 2001, cerca de 1.488.701 edifícios do parque habitacional estavam a necessitar de obras de reparação nas paredes e caixilharias exteriores. Em 2001, existiam mais edifícios com necessidade de reparação na parede e caixilharia exterior do que na cobertura (1.270.541 edifícios) e na estrutura (1.422.654 edifícios), respectivamente.

3.5. SOLUÇÕES ADOPTADAS NA REABILITAÇÃO TÉRMICA DA ENVOLVENTE DE UM EDIFÍCIO

Existem três tipos de medidas que podem potenciar a reabilitação térmica da envolvente dos edifícios, nomeadamente:

- O reforço da sua protecção térmica, através da aplicação de isolantes térmicos na envolvente opaca dos edifícios;
- O controlo das infiltrações de ar, através da reparação ou substituição da caixilharia exterior;
- O recurso a tecnologias de captação solar.

A combinação das diferentes soluções referidas pode aumentar de forma significativa o efeito de cada uma delas isoladamente. Em baixo apresenta-se a Figura 3.12 com todas as possíveis combinações de medidas energéticas, que podem levar à redução das necessidades energéticas de aquecimento e arrefecimento.

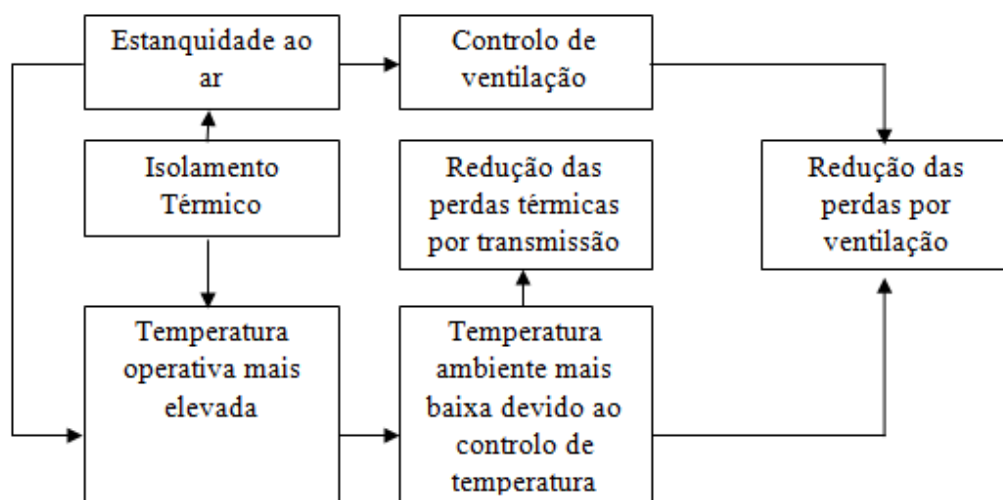


Fig. 3.12 – Combinações Adequadas de Medidas de Economia de Energia. [14]

Dependendo da localização do isolante térmico, existem três tipos de opções possíveis para a reabilitação térmica de fachadas. Apresentam-se de seguida os sistemas mais frequentemente utilizados:

- Isolamento térmico pelo exterior;
- Isolamento térmico pelo interior;
- Isolamento térmico confinado na caixa-de-ar.

De seguida, faz-se uma pequena descrição de cada um dos sistemas referidos. É no entanto de referir, que a utilização destas opções é feita para a reabilitação térmica de fachadas com parede dupla, sendo descritas mais à frente as opções utilizadas para a reabilitação térmica de paredes de fachada constituídas por um único pano.

As soluções de isolamento térmico pelo exterior mais comumente utilizadas são as seguintes:

- Sistemas compósitos de isolamento térmico pelo exterior (Figura 3.13 e 3.14);
- Revestimentos independentes descontínuos com interposição de um isolante térmico na caixa-de-ar (Figura 3.15).

As soluções do primeiro tipo, são soluções não tradicionais designadas por ETICS ou sistemas de isolamento térmico por revestimento sobre isolante.

Esta solução é constituída por placas de isolante térmico, o processo de fixação à parede pode ser feito por colagem, fixação mecânica ou por ambas. Depois, em obra recebe um acabamento exterior contínuo e armado. Podem classificar-se dois tipos de sistemas de ETICS quanto à espessura do revestimento, os sistemas de ETICS podem ser com revestimento espesso ou delgado. Os primeiros geralmente, são constituídos por placas de lã mineral ou de poliestireno expandido moldado como isolamento térmico e um ligante mineral armado para revestimento. Os segundos são constituídos por placas de poliestireno expandido moldado como isolante e um ligante sintético, ou misto para revestimento.

Legenda:

- 1- Parede exterior;
- 2- Cola;
- 3- Isolante térmico;
- 4- Cavilha;
- 5- Rede metálica;
- 6- Revestimento.

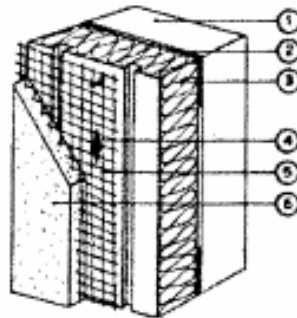
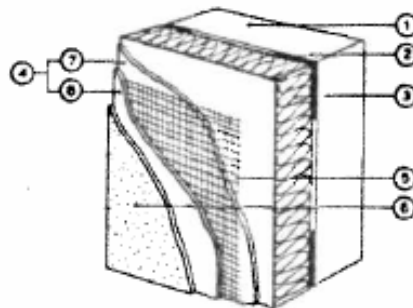


Fig. 3.13 – Sistema de Isolamento Térmico Compósito Exterior com Revestimento Espesso. [14]



Legenda:

- 1- Parede exterior;
- 2- Cola;
- 3- Isolante térmico;
- 4- Camada de base do revestimento;
- 5- Rede de fibra de vidro;
- 6- Camada do acabamento do revestimento;
- 7- 1ª demão da camada de base do revestimento;
- 8- 2ª demão da camada de base do revestimento.

Fig. 3.14 – Sistema de Isolamento Térmico Compósito Exterior com Revestimento Delgado. [14]

As soluções do segundo tipo, são constituídas por elementos independentes descontínuos, localizados pelo exterior. Os elementos podem ser de vários tipos de material, nomeadamente: fibrocimento, metal, plástico, entre outros.

Estes elementos são fixados à parede através de uma estrutura de metal ou de madeira que tem a função de suporte dos elementos e de protecção do isolante térmico fixado na parede. Se a estrutura de suporte se localizar afastada da parede a camada de isolamento térmico é contínua, caso contrario é interrompida pelos montantes e travessas da mesma. No caso da estrutura ser constituída em madeira, é necessário tratá-la para não sofrer o ataque de agentes biológicos, facilmente proliferáveis em meios húmidos.

Legenda:

- 1- Parede exterior;
- 2- Isolante;
- 3- Caixa-de-ar;
- 4- Revestimento;

- 5- Estrutura de suporte do revestimento.

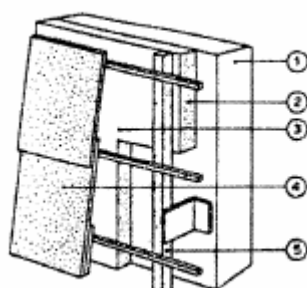
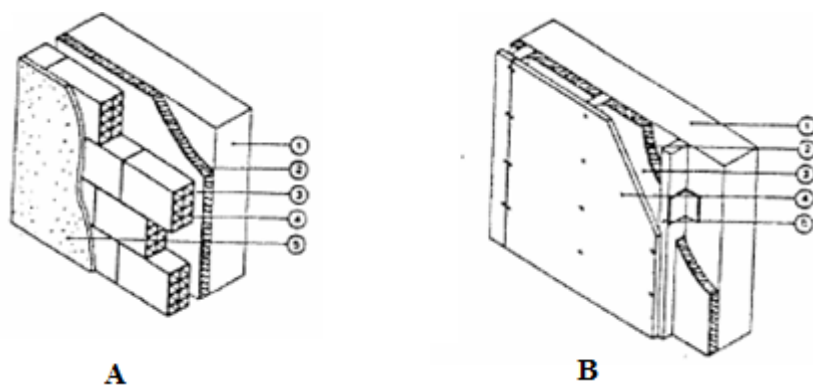


Fig. 3.15 - Revestimento Independente Descontínuo com Isolante Térmico na Caixa-de-ar. [14]

Podem adoptar-se dois tipos de soluções de isolamento térmico pelo interior (Figura 3.16).

O primeiro tipo de solução, corresponde à aplicação de isolamento térmico pelo interior da parede a reabilitar, baseado em painéis de isolamento pré-fabricados. Os painéis mais comuns, são constituídos por um paramento de gesso cartonado associado a uma camada de isolamento, realizada em poliestireno expandido moldado ou extrudido. Existem duas formas de aplicação desta primeira solução, ou é fixada ao painel uma estrutura de apoio que define uma caixa-de-ar entre o painel e o lado interior da parede ou então o painel pode ser directamente colado no lado interior da parede a reabilitar.

A segunda solução consiste na realização de uma contra-fachada do lado interior. Esta contra-fachada pode ser realizada com um pano de alvenaria de pequena espessura ou com placas de gesso cartonado com a respectiva estrutura de suporte fixada à parede. Sendo esta última solução mais adoptada, por não reduzir tanto a área útil dos compartimentos adjacentes.



Legenda:

- A- Contra-fachada de alvenaria.
- B- Contra-fachada de gesso cartonado
- 1- Parede exterior;
- 2- Isolante térmico;
- 3- Caixa-de-ar;
- 4- Contra-fachada;
- 5- Revestimento interior;
- 6- Estrutura de suporte da contra-fachada.

Fig. 3.16 - Isolamento Térmico Interior de uma Parede de Fachada. [14]

As soluções de isolamento térmico confinado na caixa-de-ar, apresentam a vantagem de manter o aspecto exterior e interior das paredes, no entanto apresentam alguns condicionamentos e desvantagens. Este tipo de solução é feito através da realização de furos de injeção nos paramentos devendo estes no final da operação ser convenientemente vedados.

Os isolantes injectados, nomeadamente a espuma de ureia-formaldeído, [14] apresenta características hidrófilas, pelo que o pano exterior da parede deve apresentar constituição estanque e espessura suficiente para impedir a penetração da humidade proveniente da precipitação. Para além desta característica, a espuma de ureia-formaldeído é ainda um material higroscópico e instável quimicamente.

Para além das condicionantes acima referidas o isolante deve obedecer a outros condicionamentos, nomeadamente:

- Deve preencher por completo a caixa-de-ar;
- Manter-se inalterado ao longo do tempo;
- Não sofrer assentamentos provocados pela acção de vibrações.

Estudadas as opções possíveis para a reabilitação térmica de fachadas com parede dupla, abordam-se de seguida as opções de reforço do isolamento térmico de paredes constituídas por um pano.

Neste caso existem dois tipos de localização, pelo exterior ou pelo interior do pano da parede. Existem contudo, factores que podem condicionar a escolha da localização, nomeadamente os de ordem arquitectónica. Caso existam condicionantes desta ordem, que não permitam alteração do lado exterior da fachada, apenas é viável o seu isolamento pelo lado interior.

No entanto, se não existirem condicionantes de ordem arquitectónica o factor que passa a prevalecer é o estado de conservação da fachada. Assim, se não existirem sinais de degradação severos, o isolamento pode ser feito pelo interior ou pelo exterior, mas se por ventura o lado exterior da parede de fachada apresentar sinais de degradação, como por exemplo fissuras consideráveis é recomendável a aplicação do reforço de isolamento pelo lado interior da parede de fachada.

Por norma, entre o reforço do isolamento pelo lado interior ou exterior, este último apresenta duas vantagens sobre o primeiro, nomeadamente:

- A continuidade das soluções adoptadas;
- Maior potencial a partir da inércia térmica das construções.

Remete-se para Anexo, o Quadro Q1 que refere as soluções de reforço do isolamento térmico de paredes exteriores tradicionalmente mais utilizadas. Este quadro, faz o resumo dos tipos de soluções mais adoptadas consoante o isolamento térmico se localize pelo exterior, interior ou confinado na caixa-de-ar (apenas em paredes duplas) da parede de fachada alvo de reabilitação térmica.

3.6. O PORQUÊ DE REABILITAR TERMICAMENTE COM SOLUÇÕES PREFABRICADAS

Neste subcapítulo pretende-se evidenciar as vantagens de reabilitar fachadas de edifícios com painéis prefabricados.

Existem sempre riscos e novos desafios que surgem quando se fala em reabilitação, mais ainda quando se fala em reabilitação térmica com base em soluções prefabricadas. No entanto, existem algumas vantagens comparativamente com as soluções de reabilitação térmicas ditas “tradicionais”. A principal vantagem é que os condóminos do edifício continuam a habitar as suas casas enquanto os trabalhos decorrem do lado exterior, isto para além de serem trabalhos que de uma forma geral decorrem de uma

forma mais rápida do que as soluções ditas “tradicionais”. Inicialmente pode ser estranho falar em prefabricação associada à reabilitação, mas num olhar mais atento percebe-se que na realidade existem vantagens de custo e de rapidez em proceder à reabilitação de edifícios, nomeadamente de fachadas desta forma.

De uma forma geral, os edifícios verdes ou energeticamente eficientes contribuem com um impacto positivo para a sociedade em geral, mas este impacto também se faz sentir a nível particular. É este, que geralmente está na origem da decisão da reabilitação devido às vantagens que lhe são inerentes:

- O valor do imóvel aumenta, pois torna-se mais apetecível no mercado imobiliário ou de arrendamento;
- A redução da factura energética dos utilizadores;
- O factor diferenciação, ou seja, este tipo de edifícios podem-se assumir como um nicho de mercado à semelhança dos projectos de autor, sendo reconhecidos por parte do público como um produto com mérito, qualidade e prestígio.

Contudo, existem sempre desafios e riscos inerentes a qualquer operação de reabilitação térmica, seja ela dita “tradicional” ou não.

Relativamente à reabilitação de uma forma geral, e em particular à reabilitação com recurso a prefabricação é necessária uma alteração de comportamentos por parte de todos os intervenientes no processo. Em Portugal, ainda não existe uma consciencialização e cultura para a reabilitação do património, e quando me refiro a património não me refiro apenas ao património histórico, mas a todo o património em geral que no fundo, será o nosso legado às gerações futuras.

É necessário valorizar os recursos energéticos ao limite, e fazer com que exista uma solução possível de reabilitação energética para todos os edifícios sem excepção. Tendo sempre em conta o ciclo de vida de cada edifício na tomada de cada decisão.

Por fim é necessário formar, todos de uma forma geral e não apenas o trabalhador que aplica o produto ou o técnico que o concebe, também o público de uma forma geral enquanto inclino destas habitações deve estar atento e informado das soluções que existem no mercado e das vantagens em proceder à reabilitação energeticamente eficiente.

Acima apenas se descrevem alguns dos muitos riscos e desafios que a reabilitação com recurso à prefabricação enfrenta, no entanto no sector da construção tal como na vida em geral, depende de cada um transformar as ameaças em desafios e oportunidades.

A reabilitação com recurso à prefabricação permite que se desenvolvam novas e inovadoras tecnologias até agora nunca estudadas, em parceria com universidades, indústria e centros de investigação.

No próximo capítulo, aborda-se a questão da prefabricação e das suas vantagens com maior profundidade, através do controlo dos materiais que é realizado na indústria da prefabricação pode-se à partida garantir a qualidade final do produto. Isto tem bastante importância na medida em que permite melhorar e dignificar a imagem do sector da construção junto da população em geral.

Para além das oportunidades acima mencionadas, a reabilitação com recurso à prefabricação pode-se assumir como um nicho de actividade e de negócio também, na área da reabilitação energética, das energias renováveis e na prestação de serviços.

4

O SECTOR DA PREFABRICAÇÃO

4.1. CARACTERÍSTICAS DA INDUSTRIALIZAÇÃO VERSUS MANUFACTURA

No passado, os materiais provenientes da natureza como a argila eram trabalhados, moldados e desumidificados através da exposição ao sol antes de serem empregues na construção [21]. Contudo não se tratava de um processo massivo e mecanizado.

Esta é a principal diferença entre o conceito de industrialização e de manufactura. A realidade descrita assenta num conceito de manufactura, não apenas por se tratar de um processo manual, mas por apresentar uma série de outras características associadas à manufactura, como a improvisação e a produção sem recurso a uma linha de fabricação massiva.

Enquanto na industrialização existe um projecto que tem o cuidado de planear todas as etapas do produto, na manufactura é a improvisação baseada na sabedoria adquirida que caracteriza todo o procedimento.

A necessidade de produção massiva a que obriga a industrialização para que o produto seja economicamente rentável, por vezes obriga à concepção de protótipos que testem o produto e a viabilidade do mesmo. Na manufactura verifica-se uma realidade praticamente oposta, ou seja, como cada produto é um novo protótipo não existe lugar a experimentações.

Acrescenta-se ainda o facto, de na industrialização os produtos serem produzidos em fábrica por mão-de-obra não especializada enquanto na manufactura os produtos são produzidos em estaleiro junto ao local onde posteriormente serão integrados e são produzidos por mão-de-obra especializada. Relativamente à mão-de-obra, convém explicar o porquê de se utilizarem os termos não especializada e especializada. Na industrialização, devido ao carácter repetitivo e sequencial das tarefas de uma linha de produção massiva, qualquer operário ao fim de algumas semanas consegue executá-las sem que tenha havido um processo de formação intensivo. Na manufactura, assiste-se ao fenómeno inverso, cada operário tem o seu papel bem definido e levou anos até aprender a executar essa tarefa com rigor. O Quadro 4.1 representa as principais diferenças entre o sector da manufactura e da industrialização.

Quadro 4.1- Comparação entre o Sector da Manufatura e da Industrialização.

	MANUFATURA	INDUSTRIALIZAÇÃO
A nível de projecto	Improvisação	Planificação
Local de produção	Estaleiro	Fábrica
Quantidade de produção	Produção unitária	Produção massiva
Forma de produção	Individual	Linha de fabricação
Existência de ensaios e protótipos	Não	Sim
Mão-de-obra	Especializada	Não especializada

A industrialização apresenta inúmeras vantagens relativamente à manufatura, no entanto estas vantagens apenas se fazem sentir a partir de um determinado número **n** de unidades produzidas. Inicialmente, a industrialização acarreta uma despesa maior de custos fixos, nomeadamente na aquisição de terreno, materiais, mão-de-obra, entre outros. Os custos variáveis no início da produção tendem a subir até um determinado número de unidades **n**, tendendo a manter-se constante a partir deste número.

Quanto maior for a produção, maior a rentabilidade comparativamente com a manufatura. Os custos fixos investidos inicialmente na industrialização ficam totalmente esbatidos no momento em que se igualarem à diferença do custo de produção da manufatura e da industrialização (Figura 4.1).

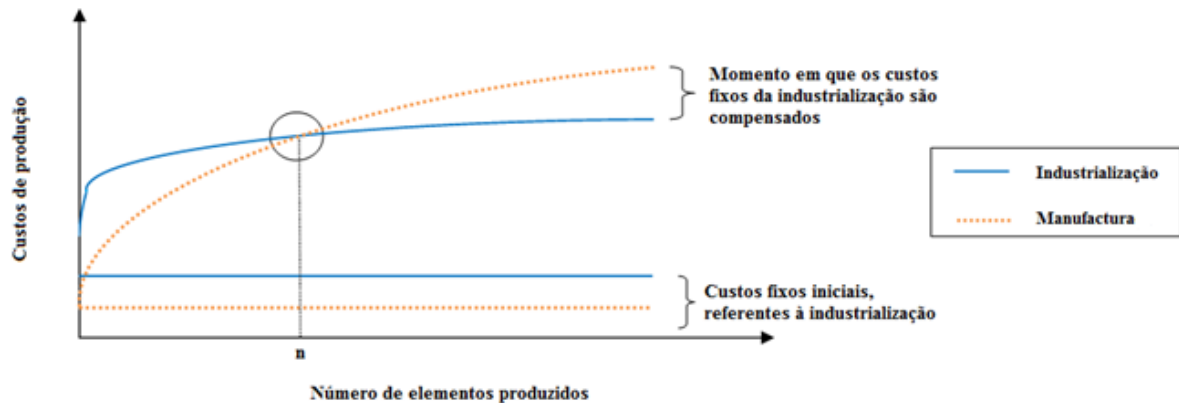


Fig. 4.1 - Relação entre os Custos de Produção e o Número de Elementos Produzido na Industrialização e na Manufatura.

4.2. CONCEITOS DE INDUSTRIALIZAÇÃO E PREFABRICAÇÃO

Antes de mais interessa distinguir dois conceitos profundamente interligados: industrialização e prefabricação. Existem muitas definições sobre industrialização e prefabricação, mas é difícil definir numa frase a abrangência de tais conceitos.

A industrialização da construção implica a planificação de materiais, técnicas construtivas, meios de transporte, mecanização e automatização. A industrialização tem por objectivo fabricar produtos passíveis de serem integrados em qualquer obra, isto é, deve ser indiferente à aplicação final dos produtos e a quem os compra.

No entanto uma das formas de manifestação da industrialização é a prefabricação.

Aquando do aparecimento da prefabricação esta tomou um carácter revolucionário de progresso técnico, pois consistia numa técnica de produção dos elementos construtivos de uma forma não tradicional. Na prefabricação actual, os elementos construtivos são produzidos de uma forma industrial sendo que em alguns casos o sistema (conjunto dos elementos) é produzido como um todo, ou seja, por exemplo, em vez de serem produzidos pilares e vigas que posteriormente serão integrados em obra, produz-se a casa como um todo em fábrica.

Os produtos prefabricados apresentam especificidades próprias, não são fabricados *in situ*, são produzidos em séries massivas e a sua colocação final recorre frequentemente à utilização de dispositivos mecânicos. Para além disso, a prefabricação caracteriza-se ainda pela:

- Necessidade de um estudo pormenorizado do projecto e do sistema de montagem de cada elemento construtivo;
- Facilidade de execução e montagem dos elementos construtivos, de forma a permitir a sua execução por qualquer operário;
- Produção dos elementos numa unidade central, capaz de produzir massivamente e posteriormente os armazenar;



Fig. 4.2 - Armazenamento de Elementos Prefabricados.

- Produção de elementos que pelas suas características apresentem facilidade de montagem em obra, aumentando desta forma a rapidez de execução;
- Utilização de meios de transporte e de elevação que permitam a montagem dos elementos em obra.



Fig. 4.3 – Elementos que Permitem a Elevação e Transporte do Painel.

Na prefabricação desde a fase de projecto, é necessário dar particular importância a determinados aspectos relativos à produção, transporte e montagem dos elementos prefabricados. Para além destes aspectos existem outros, tais como a segurança estrutural ou a qualidade dos elementos que não podem ser negligenciados.

4.3. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA PREFABRICAÇÃO

A prefabricação de elementos construtivos apresenta várias vantagens, sobretudo em peças que apresentem um carácter repetitivo em projecto, como pilares, vigas ou painéis de fachada.

A produção deste tipo de elementos em fábrica, para além de reduzir a actividade em estaleiro permite que seja executado um planeamento de produção que estabelece a repetição de determinadas operações e que consequentemente conduz à optimização dos moldes, à simplificação das ligações e a um óptimo rendimento dos equipamentos. No final, tudo isto, leva à redução dos prazos de execução e por consequência à redução do custo da obra.

Enumeram-se de seguida algumas daquelas que são as principais vantagens da prefabricação, relativamente a um qualquer elemento genérico prefabricado. A maioria das vantagens descritas é comum a todos os produtos prefabricados independentemente do material que os constitui. Contudo, como o betão é o material de mais corrente utilização na indústria Portuguesa de prefabricação consideraram-se algumas vantagens específicas deste material.

Economia de Custo: A prefabricação compensa economicamente pois pressupõem que os elementos construtivos são produzidos de uma forma massiva. Para além deste factor, a rapidez de montagem, a optimização dos desperdícios e o facto de serem produzidas peças leves (independentemente de se tratar de prefabricação pesada ou leve, os produtos prefabricados são mais leves do que os executados *in situ* - principalmente no caso do betão, devido ao controlo rigoroso dos materiais efectuado em fábrica) com formas modulares permite uma maior facilidade de transporte. Um camião de transporte ao transportar o máximo número de peças, diminui o número de viagens entre a fábrica e o local da obra o que é mais económico e ecológico. [21]

A menor necessidade de empregabilidade de mão-de-obra e de elementos auxiliares à construção como andaimes e cofragens, fazem também com que a construção prefabricada seja mais económica do que a tradicional.



Fig. 4.4 – Transporte de Elementos Prefabricados.

Controlo no Fabrico das Peças Prefabricadas: Em fábrica, existe um controlo mais rigoroso da qualidade dos materiais que vão ser aplicados na execução dos elementos. Nomeadamente no que diz respeito à qualidade do betão, são utilizados betões de classes superiores que conferem uma maior resistência inicial das peças. Contudo, também as matérias-primas, as armaduras e os moldes são alvo de controlo, para que o produto final seja de elevada qualidade.

Rapidez de Execução: Prende-se com o facto das peças prefabricadas de betão já irem curadas para a obra, desta forma as peças são imediatamente colocadas evitando-se desta forma os tempos mortos que ocorrem na construção tradicional, devido ao endurecimento do betão e à descofragem dos elementos construtivos. [21]

Durabilidade: Deve-se à elevada qualidade do betão utilizada e ao controle do recobrimento das armaduras, garantido pela vibração a que os moldes estão sujeitos aquando da fase de betonagem. A durabilidade também se deve à qualidade dos acabamentos, com arestas polidas e tratadas difícil de obter em estaleiro. [22]

Melhoria do Projecto: A produção massiva de determinados tipos de elementos, justifica um planeamento detalhado do projecto, com eventual recurso a protótipos experimentais. Na construção tradicional comum, como se sabe, cada obra é um novo protótipo, pelo que não se executa um estudo experimental dos elementos antes de os executar. [21]

Aproveitamento de Materiais Inovadores: Na prefabricação é possível recorrer a novos materiais que a construção tradicional não tem tirado partido. Aquando do aparecimento do GRC (*Glass Fiber Reinforced Concrete*) ou betão reforçado com fibra de vidro (Figura 4.5) a indústria da prefabricação soube tirar partido das vantagens deste material, implementando-o na realização dos seus produtos. Estes novos materiais adaptam-se bem à produção fabril e tornaram-se ao longo dos anos, numa das características da indústria da prefabricação. [21]



Fig. 4.5 – Demonstração da Aplicação de GRC na Execução de um Painel Prefabricado.

Resistência ao Fogo: As peças prefabricadas de betão, devido aos elevados recobrimentos e densidade garantem uma resistência ao fogo superior aos elementos construídos em estaleiro. Um painel prefabricado geralmente apresenta características do tipo M0.

Bom Isolamento: Através da correcta colocação e ligação dos painéis prefabricados, é possível uma boa execução das juntas. Isto é, se um painel prefabricado for colocado correctamente sobre outro a acção do seu peso próprio vai minimizar os espaços vazios na zona de junta.

Se no final da colocação, se aplicar um vedante na junta para não haver qualquer entrada de ar e água do lado exterior, garante-se um bom isolamento térmico e acústico.

Melhoria do Rendimento de Trabalho: A prefabricação em fábrica, como referido anteriormente permite a planificação, mecanização, autonomia de trabalho em relação às condições atmosféricas, e uma maior facilidade de movimentação dos trabalhadores nas diversas tarefas a realizar. [21]

Controlo Dimensional: Existe um elevado controlo das dimensões dos elementos prefabricados uma vez que estes são realizados em moldes sujeitos a um controlo regular.

Aproveitamento de Mão-de-obra Não Especializada: Quer a execução dos elementos prefabricados em fábrica, quer a sua montagem em obra não requerem necessidade de mão-de-obra especializada, ao contrário do que se sucede na construção tradicional, onde por exemplo um armador de ferro, demora anos a adquirir experiência e apenas executa esse tipo de tarefa. [21]

Facilidade de Ampliação: A ampliação de construções é mais fácil de executar em soluções prefabricadas do que em soluções tradicionais efectuadas de raiz. [21]

Carácter Evolutivo das Peças Prefabricadas: As estruturas modulares estão em constante progresso pelo que existe uma infinidade de formas possíveis capazes de se adaptar a qualquer situação, nomeadamente às situações de meio urbano, permitindo a execução de elementos estruturais compatíveis com as especificidades urbanas.

Rapidez de Serviço: As peças prefabricadas de betão entram muito rapidamente em serviço pois são curadas em fábrica, por vezes através de processos especiais, como o aquecimento do betão. A elevada qualidade dos betões que constituem as peças também têm muita importância pois as resistências destes betões às 24/48 horas são idênticas à resistência do betão aos 28 dias.

Mobilidade da Construção: As construções que são prefabricadas, tal como podem ser montadas também podem ser desmontadas e ser transportadas para outro lugar, ao contrário da construção tradicional. [21]

Este conjunto de vantagens traduz-se na qualidade, rapidez e diminuição dos custos e prazos da obra, mas também, na melhoria das condições de trabalho comparativamente com as condições em estaleiro. No entanto, apesar de as vantagens serem maiores do que as desvantagens estas também existem. Estão, essencialmente relacionadas com os custos resultantes dos transportes e da montagem dos elementos prefabricados (ligações).

4.4. DEFINIÇÃO DE SISTEMA E DAS PARTES CONSTITUINTES DE UM SISTEMA DE CONSTRUÇÃO

Na abordagem do sector da prefabricação, constatou-se que o mesmo utiliza uma linguagem própria e característica que pode não estar presente a toda a gente. Por este motivo, entendeu-se clarificar alguns destes conceitos, nomeadamente o conceito de sistema de construção. Um sistema é o conjunto total, de todas as partes ligadas entre si e que juntas constituem um corpo.

Um sistema é constituído por um conjunto de sub-sistemas. Por seu lado os sub-sistemas são constituídos pelos elementos, que são constituídos pelas componentes de construção que por fim são constituídas pelos materiais de construção. A Figura 4.6, esquematiza o exemplo de um sistema de um edifício.

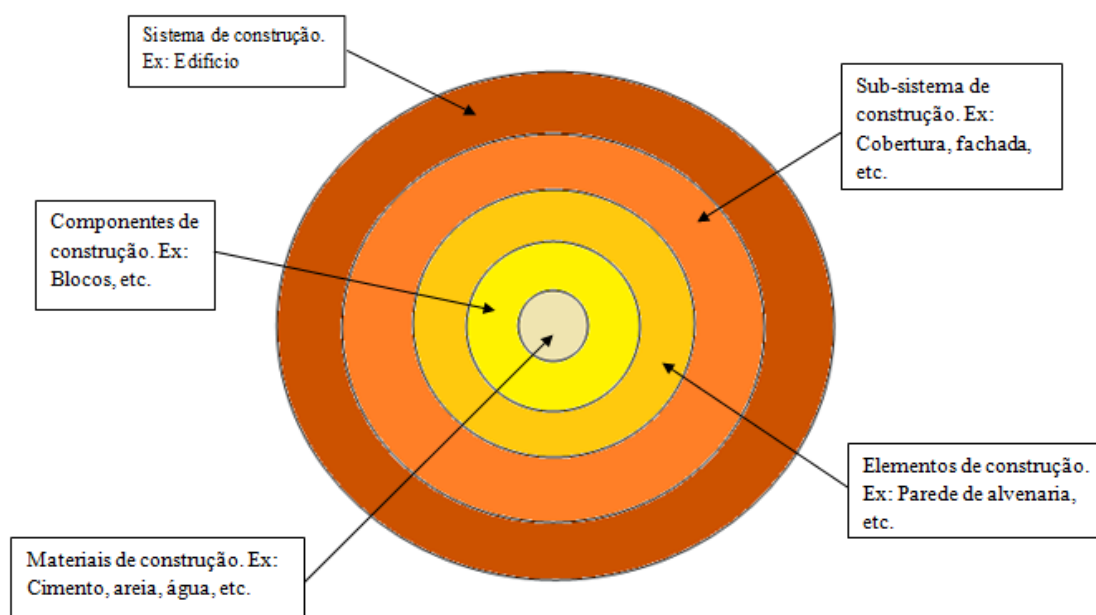


Fig. 4.6 - Representação Esquemática de um Sistema e suas Partes Constituintes.

Na realidade trata-se de uma hierarquia, em que na base estão os materiais como o cimento e a areia, ou seja todos aqueles que já não podem ser mais decompostos. O sistema de construção, é por assim dizer o resultado final pretendido após a interligação de um conjunto de partes.

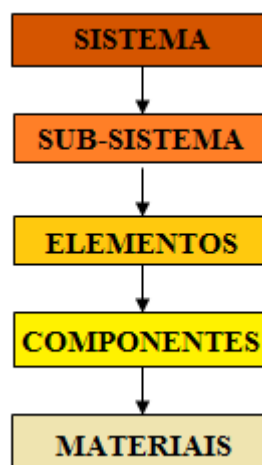


Fig. 4.7 – Representação da hierarquia que Constitui um Sistema.

4.5. A EVOLUÇÃO DA PREFABRICAÇÃO

4.5.1. O INÍCIO DA PREFABRICAÇÃO

Após a 2.^a grande guerra verificaram-se grandes carências a nível habitacional. Foi nesta época que surgiu o grande *boom* da prefabricação, associado à necessidade de construir um elevado número de habitações num curto espaço de tempo.

Contudo o sector da prefabricação deu os seus primeiros passos antes da 2.^a guerra mundial, nos finais do século XIX. Nesta data, a empresa *Coighet* empregou, pela primeira vez, no casino de *Biarritz* vigas prefabricadas de betão armado. Para além da empresa *Coighet*, também são conhecidas algumas aplicações de casos de prefabricação de casas da autoria do arquitecto *Le Corbusier*, no pós 1.^a guerra mundial, a Casa Dominó em 1915. Esta, era constituída por alguns elementos prefabricados, que constituíam o “esqueleto” da casa. A partir destes elementos, era possível obter uma variedade infinita de combinações internas, bem como externas dado que o seu interior era constituído por divisórias leves facilmente desmontáveis e transportáveis.

Em Inglaterra após 1918, a carência habitacional associada ao elevado desemprego que se fazia sentir na indústria do aço levaram à improvisação de casas parcialmente pré-fabricadas que recorriam a materiais como o aço ou capas de revestimento apenas sendo introduzidos mais tarde materiais como o betão e a madeira. A falta de qualidade e a incapacidade de construir a preços mais económicos do que a construção tradicional, fez com que a prefabricação caísse em desuso e fosse completamente abandonada em 1930. [21]

O aparecimento do betão armado esteve na origem desta desvantagem económica do sector da prefabricação relativamente à construção tradicional. Este, veio trazer à construção tradicional uma maior rapidez de execução, devido às novas técnicas introduzidas.

Foi no pós 2.^a guerra mundial que ressurgiram as condições para o relançamento da prefabricação, “(...) as técnicas não ortodoxas de construção, e principalmente a prefabricação, foram retomadas para resolver a situação de crise manifestada, concorrendo para solucionar o problema das construções temporárias e, no após guerra, alargando a sua intervenção no campo das construções permanentes, cuja carência se fez sentir gravemente.” [21]

Apenas neste cenário de emergência a prefabricação se conseguiu impor como uma alternativa à construção tradicional, pois era necessário construir massivamente para realojar milhares de famílias, de forma rápida e económica.

“Surge de novo a ideia e as tentativas de prefabricação, agora já com grande apoio dos governos e de maiores meios técnicos e tecnológicos.” [22] Desta forma, através dos progressos alcançados e da produção em série, foi possível a criação de elementos lineares, como vigas e lajes em linhas de produção em série de fábricas fixas e móveis.

4.5.2. SISTEMAS DE PREFABRICAÇÃO FECHADA VERSUS SISTEMAS DE PREFABRICAÇÃO ABERTA

No início da prefabricação foi dada maior importância à quantidade do que à qualidade, nesse âmbito surgiram os primeiros sistemas de prefabricação fechada. Estes, eram caracterizados por elementos construtivos extremamente rígidos, ou seja, elementos que apenas encaixavam em determinadas peças. Não existia uma standardização dos elementos prefabricados.

Estes sistemas foram aplicados e incentivados através do financiamento dos Governos interessados em fomentar estes processos construtivos, com vista a colmatar as necessidades habitacionais das suas

populações. Contudo como se tratavam de sistemas pouco versáteis, caracterizados por uma arquitectura repetitiva, a sua utilização com o passar dos anos deixou de ser aplicada.

A partir de 1970 deu-se uma inversão de valores, passando-se a dar mais relevância à qualidade em detrimento da quantidade.

Esta inversão de valores dá-se sobretudo devido à necessidade de diversificação e de melhoria da qualidade do processo construtivo em geral. Desta forma os sistemas de prefabricação fechada deram lugar aos sistemas de prefabricação aberta.

Os sistemas de prefabricação aberta, são caracterizados pela construção de elementos que podem ser aplicados em qualquer situação abrangendo um maior leque de situações possíveis dada a versatilidade dos elementos. Neste caso existe estandardização dos elementos prefabricados.

4.5.3. A EVOLUÇÃO DA PREFABRICAÇÃO EM PORTUGAL

Em Portugal, o sector da prefabricação deu os primeiros passos timidamente. Por volta da época de 50 do século passado, poucas eram as técnicas relativas à prefabricação introduzidas em Portugal.

As primeiras experiências de prefabricação surgiram nos anos 40, do século XX, relativamente à aplicação de vigas e asnas para pavilhões industriais. Apenas por volta dos anos 50 e seguintes, começaram a surgir os primeiros pavilhões industriais totalmente prefabricados. Existem relatos [21] da tentativa de prefabricação total de habitações unifamiliares, nomeadamente, em bairros provisórios com sistemas de construção que empregavam como principais materiais a madeira revestida de fibrocimento.

Existiam também algumas tentativas de prefabricação parcial, no que diz respeito a elementos para construção, como lanços de escadas. Contudo, à época, as experiências realizadas não eram suficientes para poder concluir o que fosse relativamente à viabilidade económica da prefabricação. Apesar da falta de experiência no domínio da prefabricação, foi possível estabelecer alguns argumentos que justificavam o interesse na prefabricação.

À época, tal como actualmente, verifica-se que a realização da prefabricação total em relação a custos, dificilmente bate a construção tradicional. Apesar de actualmente existirem alguns casos de prefabricação total de edifícios habitacionais unifamiliares, não existe uma procura massiva ao ponto de justificar uma produção em série a preços vantajosos. De notar ainda, que as poucas tentativas de prefabricação de habitações dizem respeito a edifícios unifamiliares, realidade muito diferente do leste Europeu onde se verifica o fenómeno oposto. Não só a maioria dos edifícios é prefabricada, como se tratam de edifícios multifamiliares com vários pisos.



Fig. 4.8 - Edifício Prefabricado Característico da Europa de Leste.

Em termos de prefabricação total, verificou-se uma expansão muito superior na área da construção de pavilhões industriais, muito comuns de ver na nossa paisagem, em relação ao sector de prefabricação total habitacional. Portugal na realidade apresenta alguma indústria de prefabricação, no entanto pouco comparável com o saber e experiência de indústrias de prefabricação de outros países no qual a prefabricação já está enraizada. Para que a prefabricação seja bem sucedida é necessário haver um ambiente favorável, nomeadamente, é necessário dispor de uma estrutura industrial com hábitos de planificação.

No que diz respeito à prefabricação parcial de elementos de construção a questão torna-se mais atractiva. Não só é viável, como permitiu o avanço do sector da construção, isto claro, quando em número suficiente e com as condições necessárias.

Por volta dos anos 50, o que se passava era que os estaleiros não possuíam os meios mecânicos necessários para a sua montagem em obra, sendo os elementos prefabricados transportados a braço. Para além disto, verificava-se um “divórcio” entre o projecto de engenharia que apenas possuía os cálculos necessários para a aprovação camarária à data e o projecto de arquitectura pouco detalhado. Com o passar dos anos a indústria da construção foi sendo mecanizada e cada vez mais rigor é necessário quer no projecto de engenharia quer no de arquitectura. Hoje, já não se verificam os problemas da época de 50 no que diz respeito à prefabricação parcial que já se encontra generalizada pelo país, ao contrário da prefabricação total que ainda constitui a excepção.

4.6. CLASSIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS TIPO DE MOLDES

4.6.1. MOLDES HORIZONTAIS *VERSUS* MOLDES EM BATERIAS VERTICAIS

Segundo [22] na produção de painéis prefabricados de betão, os moldes horizontais continuam a ser bastante utilizados. Apesar de estes obrigarem a uma elevada área de espaço coberto, comparativamente com os moldes em “bateria vertical” são uma solução mais económica, para além de serem mais versáteis no sentido de permitirem a elaboração de painéis de diversas dimensões.

4.6.2. REQUISITOS A CUMPRIR PELOS MOLDES

Na realização de painéis prefabricados, é necessário garantir o rigor e precisão das dimensões dos elementos, sob o risco destes não encaixarem quando montados em obra. Os moldes têm por isso, um papel muito importante na garantia da estabilidade dimensional dos painéis.

Caso os moldes não sejam os mais adequados podem verificar-se repercussões a nível económico e estrutural. Por estes motivos, os moldes têm de verificar determinados requisitos, nomeadamente:

- Garantir a estanquidade;
- Ser reutilizáveis, sem encargos extra;
- Ser estáveis geometricamente, de forma a garantir o rigor das peças;
- Ser facilmente limpos;
- Apresentar pouca ou nenhuma aderência ao betão;
- Ser ajustáveis dimensionalmente;
- Ser facilmente manuseáveis e transportáveis.

4.6.3. PRINCIPAIS MATERIAIS CONSTITUINTES DOS MOLDES

4.6.3.1. Moldes Metálicos

Os moldes metálicos, são os mais utilizados na prefabricação de painéis. Isto deve-se em muito ao facto de serem os moldes que melhor comportamento apresentam. Garantem um número de utilizações muito superior aos restantes podendo ser aplicados entre 500 a 1200 vezes. A sua consistência é boa, tal como a aderência e a capacidade de transformação. Apresentam ainda bom comportamento no que diz respeito ao transporte e manuseamento.

A facilidade de alterar as características geométricas, torna-os bastantes versáteis, desde que as formas também não apresentem características excessivamente complexas.

No entanto, este tipo de moldes apresenta como desvantagem o custo elevado, pelo que a sua utilização apenas se torna economicamente rentável se a produção for em escala massiva.



Fig. 4.9 - Molde Metálico.

4.6.3.2. Moldes de Betão

Seguidamente aos moldes metálicos são aqueles que permitem um maior número de aplicações, entre 100 a 200 aplicações. Apresentam ainda uma boa consistência volumétrica, tendo pouca tendência para se deformar garantindo as dimensões das peças.

Contudo, apresentam piores características relativamente à aderência devendo as suas superfícies ser devidamente tratadas sob o risco de ser impossível desmoldar os elementos prefabricados após a cura do betão. A possibilidade de transformar a sua geometria não existe, e o transporte e manuseamento não são muito fáceis. São moldes bastantes caros e cuja degradação é muito rápida.

4.6.3.3. Moldes de Plástico

Os aspectos mais desfavoráveis relativamente a este tipo de moldes, são os preços elevados e as formas inflexíveis que não permitem alterações.

De resto, todos os restantes pontos analisados, nomeadamente, a aderência, a facilidade de transporte e manuseamento, e a consistência volumétrica são favoráveis. O número de aplicações deste tipo de moldes varia entre as 100 e as 400 aplicações.

4.6.3.4. Moldes de Madeira

Os moldes de madeira de todos os referidos são os que apresentam menor capacidade de aplicação, entre 20 a 100 aplicações. São aqueles que apresentam pior consistência volumétrica, pois é difícil manter as dimensões rigorosas e constantes. A aderência entre o betão e a madeira é elevada, pelo que se recorre a películas de plástico para facilitar o processo de descofragem.

Apresentam características favoráveis em relação ao manuseio, uma vez que são facilmente manuseadas e transportáveis. A possibilidade de transformação, é superior à dos moldes de betão e plásticos. São recomendados para a produção de pequenas séries de preferência em fábricas que possuam uma carpintaria anexa, para melhor controlar as dimensões dos moldes.

4.7. AS LIGAÇÕES DOS ELEMENTOS PREFABRICADOS

4.7.1. INTRODUÇÃO

Existem determinadas operações de montagem que são comuns a todos os painéis prefabricados. A prefabricação não consiste apenas numa produção massiva em fábrica, para além disso existe todo um processo relacionado com a montagem, que vai desde a elevação dos painéis por guias até à sua colocação no respectivo lugar, com segurança, rapidez e rigor. Para finalizar o processo, é ainda necessário tratar devidamente as juntas e executar a fixação dos painéis.

As ligações dos elementos prefabricados são condicionadas pelo comportamento da estrutura [23], pelas técnicas de execução e pelas exigências de fabrico. Foram desenvolvidas algumas técnicas de execução de ligações, nomeadamente:

- Com recurso a apoios simples;
- Recurso a colagem com resinas especiais;
- Através da solidarização de peças distintas, com recurso à betonagem *in situ*, soldadura, amarração de armaduras, entre outros.

4.7.2. CLASSIFICAÇÃO DAS LIGAÇÕES

A classificação das ligações dos elementos prefabricados é feita de várias formas, nomeadamente quanto ao tipo de elementos ligados, quanto ao esforço transmitido, quanto aos graus de liberdade, quanto à ductilidade à flexão mas a classificação mais interessante no que diz respeito aos painéis prefabricados é quanto ao processo de execução. Nesta última classificação, o nome da ligação corresponde ao processo de execução. Referem-se de seguida, algumas das soluções mais vulgarmente utilizadas em ligações de elementos prefabricados [23]:

Ligações Aparafusadas: A ligação entre elementos é realizada através da união dos mesmos por meio de parafusos. É uma das técnicas mais simples, rápida e sem muito trabalho em obra. O aparafusamento pode dar-se entre elementos prefabricados ou entre elementos metálicos fixos a elementos prefabricados. (Quando o aparafusamento é realizado numa direcção normal à da colocação do elemento, devem ser utilizadas buchas para impedir a existência de folgas). Contudo, as tolerâncias dimensionais são muito reduzidas, quer no que diz respeito à fabricação dos elementos prefabricados quer à sua colocação em obra. [23]

Ligações Soldadas: São ligações realizadas através da soldagem entre elementos metálicos salientes. Quando da betonagem dos elementos prefabricados em fábrica, são embebidas peças metálicas nos moldes. Após a montagem do painel em obra estas são soldadas umas às outras. A soldadura apenas

deverá ser realizada em elementos rectilíneos, para que seja efectivamente garantida a soldabilidade das peças. [23]

Ligações Pré-esforçadas: São ligações realizadas por meio de cabos que são introduzidos nos elementos e que posteriormente sofrem uma tensão. A execução deste tipo de ligações é bastante cara, devido aos dispositivos de amarração. Apresenta como vantagens a possibilidade de obtenção de peças mais esbeltas, e com menor peso próprio. A aplicação do pré-esforço nos cabos, garante continuidade à estrutura, sendo os vazios preenchidos com betão ou argamassas. [23]

Ligações Coladas: Correspondem a ligações efectuadas à base de resinas epoxídicas ou semelhantes. Este tipo de cola proporciona uma boa aderência entre os dois elementos. Após a aplicação destas resinas, é aplicado o aparafusamento ou o pré-esforço de forma a apertar os elementos por acção do seu peso próprio. [23]

Ligações Constituídas por Apoio Simples: Consiste no apoio de um elemento prefabricado em outro. As ligações realizadas através de apoios simples podem ser realizadas sem a interposição de nenhum material – ligação seca – limitando-se a pousar um elemento sobre outro, ou com a interposição de um material, como o neoprene que faça a repartição dos esforços entre os dois elementos. [23]

Ligações Betonadas *in situ*: Consiste na betonagem em obra dos espaços vazios entre zona de ligação dos elementos prefabricados e as armaduras salientes. Em relação a este tipo de ligação, as tolerâncias dimensionais dos elementos prefabricados não tem de ser tão rigorosa como as ligações realizadas por aparafusamento, por exemplo. Contudo é necessário garantir que o betão recobre efectivamente as armaduras de todos os elementos. [23]

4.7.3. RESTANTES EXIGÊNCIAS AO NÍVEL DAS LIGAÇÕES

Existe uma série de outras exigências no que diz respeito às ligações. Nomeadamente:

Exigências de Segurança Estrutural: As ligações são pontos de união entre os elementos prefabricados difíceis de caracterizar e que podem pôr em causa toda a segurança da estrutura. É necessário verificar a segurança em relação aos estados limites últimos de resistência e de estabilidade. Para além destes, é necessário ainda, analisar o estado limite último por colapso progressivo (relacionado com acidentes ou com comportamento patológico da estrutura prefabricada), e os estados limite relacionados com a montagem e execução das ligações. [23]

Exigências Estéticas: As ligações não podem comprometer o aspecto estético da arquitectura dos edifícios. Para tal o seu aspecto tem de se manter constante, não podendo apresentar sinais de fendilhação ou de esmagamento do betão, com o tempo. [23]

Exigências Económicas: A solução de ligação adoptada afecta o custo total do elemento prefabricado, pelo que as ligações devem ser simples de executar e verificar o binómio custo *versus* comportamento.

Na realização de uma obra prefabricada, devem ter-se em conta o custo das ligações, da produção, do armazenamento, do transporte e da montagem em obra. Basta um destes factores ter um custo mais elevado para que a viabilidade económica do conjunto global possa ser posta em causa. [23]

4.8. CLASSIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS TIPOS DE PAINÉIS DE FACHADA

4.8.1. NOTA PRÉVIA

Os elementos prefabricados, nomeadamente os painéis, podem ser produzidos através de inúmeros processos de fabrico, com vários materiais combinados ou utilizados isoladamente. Relativamente à sua constituição e função, podem ser classificados como [22]:

- Painéis homogéneos;
- Painéis com incorporados;
- Painéis *Sandwich*;
- Painéis vazados;
- Painéis com soluções mistas.

4.8.2. PAINÉIS HOMOGÉNEOS

Os painéis homogéneos são produzidos com um aglomerado de materiais homogéneos. Estes podem ser reforçados com armadura ou não, consoante as solicitações a que estão sujeitos no fabrico, transporte, montagem e por fim às solicitações estruturais. [22]

A sua constituição é geralmente em betão, betão leve com adição de argila expandida, corticite ou grânulos de poliestireno, betão celular expandido, entre outros materiais, desde que adequados às funções pretendidas. [22]

Os painéis homogéneos são geralmente utilizados como painéis interiores. No fabrico deste tipo de painéis, a betonagem realiza-se em duas fases distintas.

Para a realização deste tipo de painéis recorre-se à utilização de moldes horizontais. Na 1.^a fase de betonagem colocam-se, os incorporados fixos a pesos, estes servem para imobilizar os incorporados aquando da betonagem, que tem de ser realizada com particular cuidado até cobrir os mesmos. Apenas na segunda fase da betonagem é possível vaziar e vibrar o betão. Para acelerar a presa do betão recorre-se ao aquecimento do betão ou a aceleradores de presa.

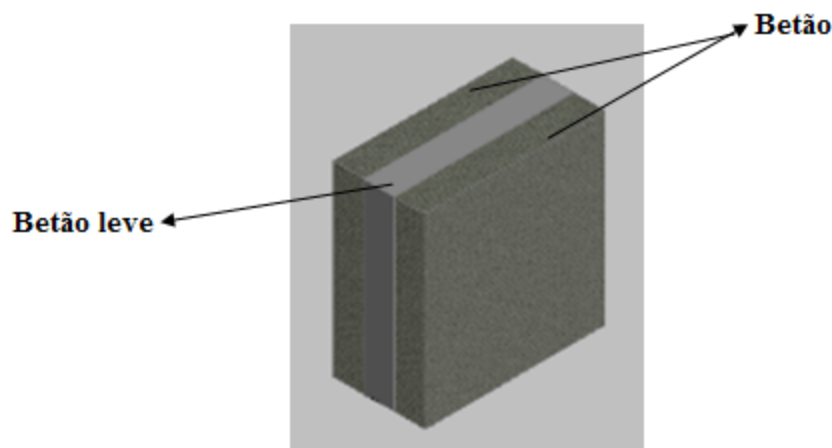


Fig. 4.10 – Ilustração de um Painel Homogéneo.

4.8.3. PAINÉIS COM INCORPORADOS

Estes painéis contêm incorporados elementos vazados, cerâmicos ou de betão. Os elementos vazados tem por objectivo diminuir o peso próprio do painel e simultaneamente garantir boas condições de isolamento térmico. [22] Na execução deste tipo de painéis é necessário ter em conta a colocação dos elementos vazados, para que estes, não ponham em causa a estabilidade do painel desde a fase de fabrico à fase de montagem. É necessário ter especial atenção aos estribos de levantamento do painel, de forma a não colidirem com os incorporados ou com eventuais instalações técnicas que existam, como por exemplo tubagens.

No fabrico deste tipo de painéis utilizam-se moldes horizontais. Numa primeira fase, aplica-se uma camada de argamassa regularizada por uma régua, seguidamente colocam-se os blocos de betão ou cerâmicos juntamente com as armaduras, que não devem ficar em contacto com a camada de argamassa de gesso. Posteriormente efectua-se a betonagem e por fim efectua-se a regularização da última camada do painel com um betão de traço seco.

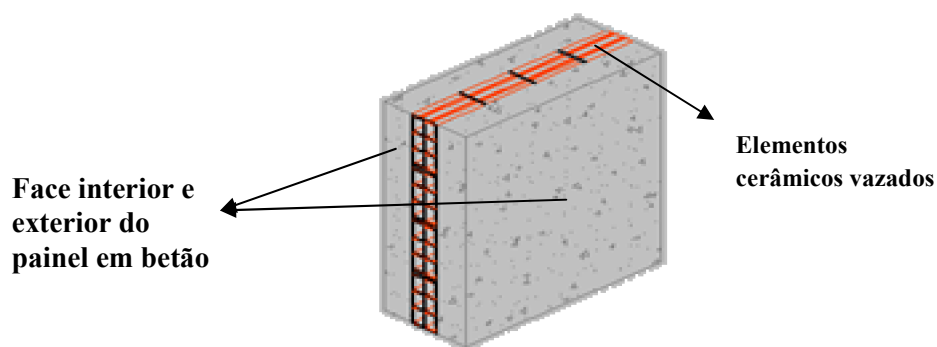


Fig. 4.11 – Ilustração de um Painel com Incorporados.

4.8.4. PAINÉIS SANDWICH

Os painéis *sandwich*, são constituídos por três camadas. As duas camadas exteriores são constituídas em betão armado e intercalam uma camada intermédia que é constituída por um material isolante. “A camada pode ser constituída por “espumas” cálcicas, de poliestireno ou poliuretano, ou ainda por “mantas” estabilizadoras de fibras de vidro ou de lã mineral.” [22]

A ligação entre as duas camadas de betão, é realizada através de ligadores criteriosamente colocados pela superfície do painel. Estes podem ser constituídos por vários materiais desde o aço inoxidável a elásticos.

Na fabricação deste tipo de painéis recorre-se a moldes horizontais, tal como nos anteriores. O seu processo de fabrico é em tudo semelhante aos anteriores, onde numa primeira fase se coloca a argamassa de gesso, seguida da colocação do material isolante e apenas por fim se realiza a betonagem.

O único factor inovador na realização deste tipo de painéis, é que existem ligadores a atravessar o material isolante, desde a camada interior à exterior.

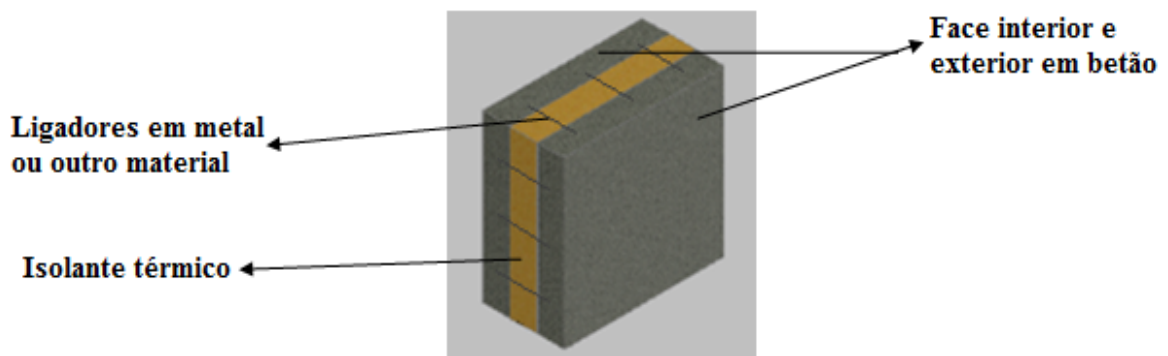


Fig. 4.12 – Ilustração de um Painel Sandwich.

4.8.5. PAINÉIS VAZADOS

Esta solução corresponde a painéis em que são introduzidos elementos tubulares elásticos ou outros com o objectivo de reduzir o seu peso próprio e simultaneamente melhorar o desempenho térmico. São soluções geralmente empregues em lajes e em elementos verticais, embora sejam mais usuais de utilizar no primeiro caso referido.

O seu processo de fabrico é semelhante às descrições anteriores. A sua execução também é realizada num molde horizontal, mas recorre-se à utilização de óleos descofrantes para facilitar a remoção do painel.

A principal diferença comparativamente com os restantes painéis, é que aquando do momento de betonagem é simultaneamente feita a insuflação de ar dos elementos tubulares.

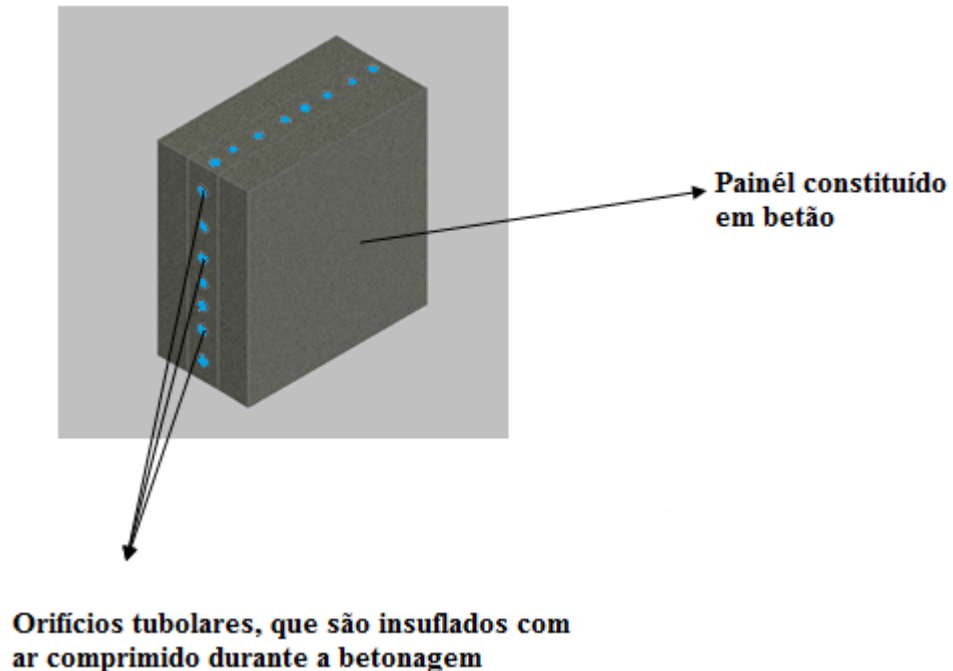


Fig. 4.13 - Ilustração de um Painel Vazado.

4.8.6. PAINÉIS COM SOLUÇÕES MISTAS

As soluções de painéis mistos, traduzem-se na combinação entre as características dos painéis referidos anteriormente. São constituídos por mais do que uma camada e são soluções de execução mais complexa comparativamente com os anteriores.

Podem ser encontradas soluções de painéis mistos complexas que incorporem isolante térmico, com elementos vazados revestidos por betão nas faces interior e exterior. Esta solução corresponde a uma solução de painel misto, que integra características de um painel com incorporados e de um painel *sandwich*.

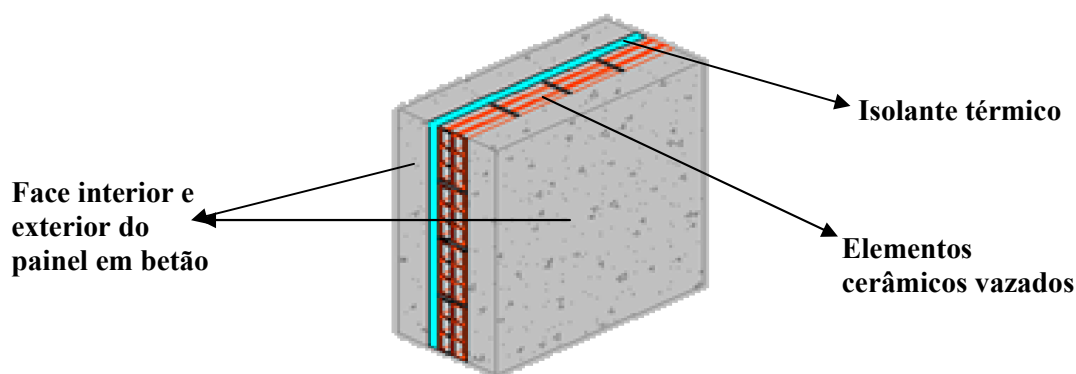


Fig. 4.14 – Ilustração de um Painel com Solução Mista.

4.9. SOLUÇÕES DE ISOLANTES TÉRMICOS PREFABRICADOS PASSÍVEIS DE SEREM ADOPTADOS NA REABILITAÇÃO TÉRMICA DE FACHADAS

O tema deste trabalho aborda, o potencial da aplicação de painéis prefabricados na reabilitação térmica de fachadas. Apesar de não estar no seu âmbito a proposta de soluções para a realização desses painéis, considera-se importante referenciar algumas das soluções de isolantes prefabricados mais vulgarmente utilizados.

“Um isolante térmico é um produto que tem como principal objectivo reduzir a transferência de calor através dos elementos onde está inserido. De acordo com a NF P 75-101 trata-se de produtos destinados à construção cuja resistência térmica ($R=e/\lambda$) é maior ou igual a $0,5 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ e cuja condutibilidade térmica (λ) é menor ou igual a $0,065 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$. Consideram-se isolantes leves aqueles cuja massa volumica (ρ) é inferior a $300 \text{ kg}/\text{m}^3$.” [24]

Segundo [24], os isolantes térmicos podem ser classificados quanto:

- Forma de Produção;
- Estrutura;
- Apresentação;
- Natureza das matérias-primas.

De acordo com [25] o modo de produção dos isolantes térmicos pode ser subdivididos em dois grandes grupos: os que são aplicados *in situ* e os isolantes prefabricados. Ambas as soluções podem ser aplicadas em painéis prefabricados, contudo faz mais sentido produzir em fábrica a totalidade do painel, a produzir parte em fábrica e finalizá-lo em obra com a colocação do isolante. Esta última

solução apresenta como desvantagem a menor rapidez de execução, pois exige mais operações para além das de montagem e de ligação.

Em continuação do raciocínio exposto no subcapítulo anterior onde se expuseram os principais tipos de painéis prefabricados, neste apresentam-se os isolantes prefabricados mais correntemente utilizados [25]:

- Blocos;
- Mantas;
- Placas ou painéis.

Os blocos tal como o nome indica, são elementos em que o comprimento e largura têm a mesma ordem de grandeza da espessura. Das características descritas, estes de todos os isolantes referidos é o que apresenta menores características para ser incorporado num painel prefabricado. As placas e as mantas, são elementos prefabricados em a espessura do elemento é considerável relativamente ao comprimento e à largura. A diferença entre estes elementos reside no facto dos primeiros serem rígidos e os segundos serem flexíveis.

Os isolantes podem ainda ser classificados quanto à estrutura (celulares, fibrosos e granulares), quanto à apresentação (rígido, semi-rígido, granular e pastoso) e quanto à natureza das matérias-primas (mineral, vegetal e sintética).

No seguinte quadro, referem-se os materiais que constituem os principais isolantes prefabricados passíveis de serem integrados em painéis prefabricados. Referem-se ainda a estrutura, e a natureza das matérias-primas que constituem os mesmos.

Quadro 4.2 – Quadro Resumo do Tipo de Isolantes Prefabricados Quanto à Designação, Estrutura e Natureza. [24]

Designação	Estrutura	Isolantes Prefabricados	
Natureza Mineral			
Lã de Rocha	Fibrosa	Painéis/ Placas	Mantas
Lã de Vidro	Fibrosa		
Natureza Vegetal			
Cortiça Expandida	Celular	Painéis/ Placas	-
Natureza Sintética			
Poliestireno expandido moldado	Celular	Painéis/ Placas	-
Poliestireno expandido extrudido	Celular	Painéis/ Placas	

Relativamente ao processo de fixação dos isolantes prefabricados, existem quatro possibilidades [24]:

- Fixação mecânica;
- Colagem;
- Colocação livre;
- Cofragem perdida.

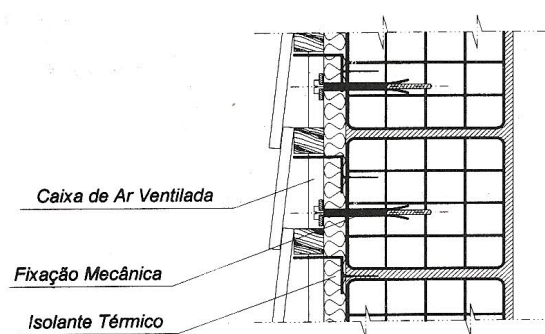


Fig. 4.15 - Ilustração da Fixação Mecânica de um Isolante Térmico. [24]

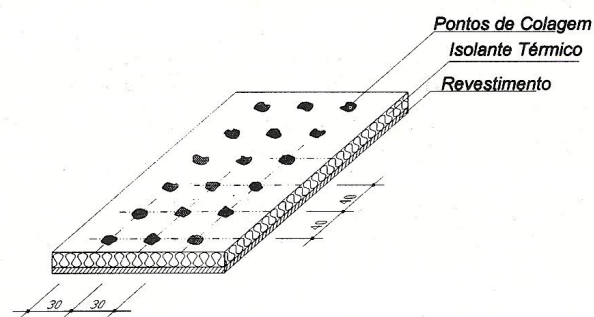


Fig. 4.16 - Ilustração da Colagem de um Isolante Térmico. [24]

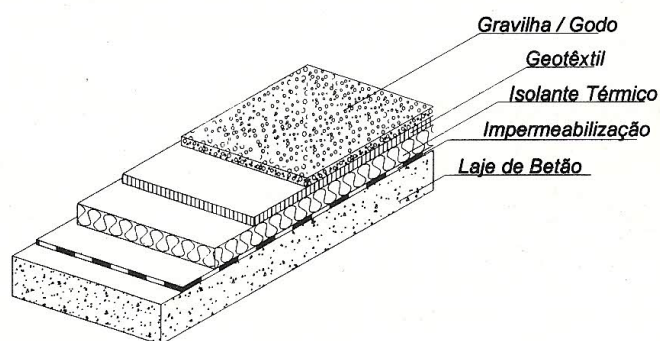


Fig. 4.17 - Ilustração da Colocação Livre de um Isolante Térmico. [24]

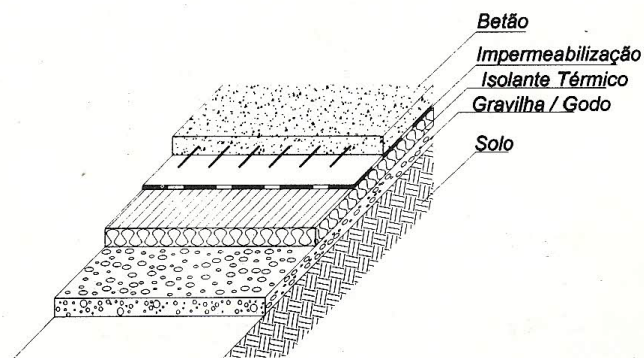


Fig. 4.18 - Ilustração de Isolante Térmico usado como Cofragem Perdida. [24]

5

A IMPORTÂNCIA DA CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL

5.1. OS MOTIVOS DA CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL

A caracterização do parque habitacional surge com a necessidade de melhor se conhecer o mesmo. Sabe-se que o sector habitacional é dos que mais recursos energéticos consome, contudo são sobretudo os edificios construídos entre os anos 50 e os anos 80 que apresentam uma factura energética mais elevada. Os edificios multifamiliares construídos mais recentemente são mais eficientes do ponto de vista energético, pois à data da sua construção já existia um quadro legal capaz de os regulamentar. Também a introdução de certas tecnologias construtivas foi fundamental para uma melhor performance do edificio como um todo. [1]

Grande parte dos edificios construídos entre as décadas de 50 a 80, apresentam necessidade de reabilitação energética. A significativa perda de energia nestes edificios ocorre pela sua envolvente e sem o recurso a soluções tecnológicas de longo termo não é possível obter resultados visíveis.

No âmbito do projecto internacional *IEA ECBCS Annex 50*, pretende-se conceber soluções de reabilitação pré-fabricadas de elevada qualidade tecnológica, que possam ser desenvolvidas com base em processos de larga escala industrial. O presente trabalho, pretende determinar o potencial de aplicação destas soluções pré-fabricadas, nomeadamente, de painéis para a reabilitação térmica em fachadas.

Contudo, a pré-fabricação é um sector com características muito específicas, nomeadamente, apenas é viável economicamente se for possível produzir um número massivo de unidades. Interessa por isso, avaliar o *stock* de edificios existente para melhor se conhecer as características que este apresenta e com base nesses elementos saber se é possível e rentável a produção de painéis pré-fabricados na reabilitação térmica de fachadas.

5.2. ENQUADRAMENTO NO PROJECTO ANNEX 50

Este projecto surge no âmbito do programa *ECBCS (Energy Conservation in Buildings and Community Systems)* da Agência Internacional de Energia com duração da actividade de trabalho, pesquisa e investigação prevista entre 2006 e 2010. [26]

No âmbito da *ECBCS* são designados uma série de projectos de investigação, chamados de "anexos", nos quais se insere o *Annex 50*. Desde o início de actividade da *ECBCS* até ao momento, já foram realizados ou encontram-se em fase de desenvolvimento 55 anexos (O primeiro projecto de

investigação foi designado por “*Annex 1*” e assim sucessivamente até ao último designado de “*Annex 55*”). Cada anexo é independente, ou seja possui objectivos bem definidos e tem uma duração de 3 a 4 anos. No final, da duração de cada um, é gerado um produto, ou seja, um ou mais documentos técnicos que têm por objectivo documentar as conclusões alcançadas, nomeadamente, através de guias de orientação e não só. [26]

O *Annex 50*, intitulado de “*Prefabricated Systems for Low Energy Renovation of Residential Buildings*” é um projecto internacional, que conta com a presença de vários países Europeus, entre os quais Portugal. Surgiu com a necessidade de se criar um sistema totalmente inovador, baseado em soluções tecnologicamente muito evoluídas constituídas por sistemas pré-fabricados para a redução do consumo de energia e reabilitação de edifícios residenciais.

Este projecto pressupõe uma renovação total do edifício, com base nos referidos sistemas pré-fabricados. Foi dividido e estruturado em 5 áreas de pesquisa distintas (futuramente designadas por Subtarefas), nomeadamente [27]:

- Subtarefa A: Definição de conceitos e especificação;
- Subtarefa B: Desenvolvimento de sistemas integrados para telhados;
- Subtarefa C: AVAC e sistemas solares;
- Subtarefa D: Elementos de Fachada;
- Subtarefa E: Acompanhamento e divulgação.

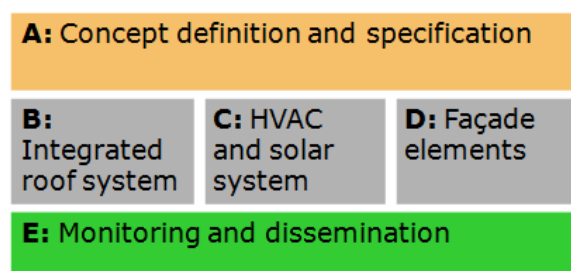


Fig. 5.1 – Esquema das Interligações das Subtarefas do *Annex 50*. [27]

Das 5 Subtarefas referidas, o foco desta tese irá manifestar-se na Subtarefa D, nomeadamente nos elementos de fachada.

Apesar de Portugal participar simultaneamente em alguns pontos da Subtarefa C, a sua participação é mais evidente na primeira Subtarefa mencionada, para além de que essa Subtarefa apresenta um enquadramento específico no domínio da Engenharia Civil.

Os objectivos do *Annex 50* passam não só pelo desenvolvimento, mas também pela demonstração deste tipo de soluções inovadoras para a reabilitação de edifícios, através do desenvolvimento de protótipos. Os edifícios alvo do *Annex 50*, são prédios de habitação multifamiliar que tenham sido construídos num período cuja regulamentação térmica era inexistente ou que tenham sido edificadas com baixos níveis de qualidade e que actualmente apresentem um gasto energético elevado. Os estudos incidem sobretudo no tipo de edifícios referido, por estes apresentarem um enorme potencial comparativamente com todos os outros. Este potencial, traduz-se em vantagens, nomeadamente [28]:

- Através da recuperação térmica da envolvente com base em soluções pré-fabricadas, estes edifícios podem atingir a eficiência energética e conforto comparável com os prédios recentemente construídos no que diz respeito ao baixo consumo de energia;

- Trata-se de um processo de renovação rápida com distúrbios minimizados para os habitantes, devido às vantagens e flexibilidade das soluções pré-fabricadas;
- Optimização das construções, nomeadamente no que diz respeito à qualidade e eficiência de custos, também devido às vantagens da pré-fabricação.

Como foi referido anteriormente, cada anexo no final dos seus trabalhos pressupõe a apresentação de resultados, no presente caso, serão desenvolvidos os seguintes documentos técnicos [28]:

- Guia de Renovação de Edifícios, que documenta o tipo de soluções mais comuns para a reabilitação térmica de edifícios recorrendo a soluções pré-fabricadas integradas para coberturas e fachadas;
- Orientações para o Sistema de Avaliação. Esta documentação, aborda aspectos a ter em conta durante o projecto, processo de construção. Inclui documentação técnica de todos os módulos desenvolvidos;
- Relatório Técnico Sintetizado, onde se pretende demonstrar as vantagens e o potencial da aplicação de soluções pré-fabricadas para reabilitação térmica de edifícios e que tem por alvo um público generalizado;
- Casos de Estudo Documentados.

5.3. OBJECTIVOS DA CARACTERIZAÇÃO

A caracterização do parque habitacional pretende alcançar determinados objectivos específicos, nomeadamente, identificar valores estatísticos que caracterizam os principais padrões existentes no parque habitacional a ter em conta.

Através da análise desses valores estatísticos, é possível assinalar as principais características dos edifícios que caracterizam o parque habitacional. Estas características inter-relacionadas entre si, dão-nos a amostra procurada. Na realidade, esta amostra não passa do número de edifícios que existe no parque habitacional, que simultaneamente possui determinadas características previamente definidas, e que são as mais identificativas dos padrões que se pretendem identificar.

Estas características, podem variar de país para país consoante a realidade do parque habitacional e da disponibilidade estatística de cada um.

A caracterização do parque habitacional de cada país, permite identificar as tipologias nele existentes.

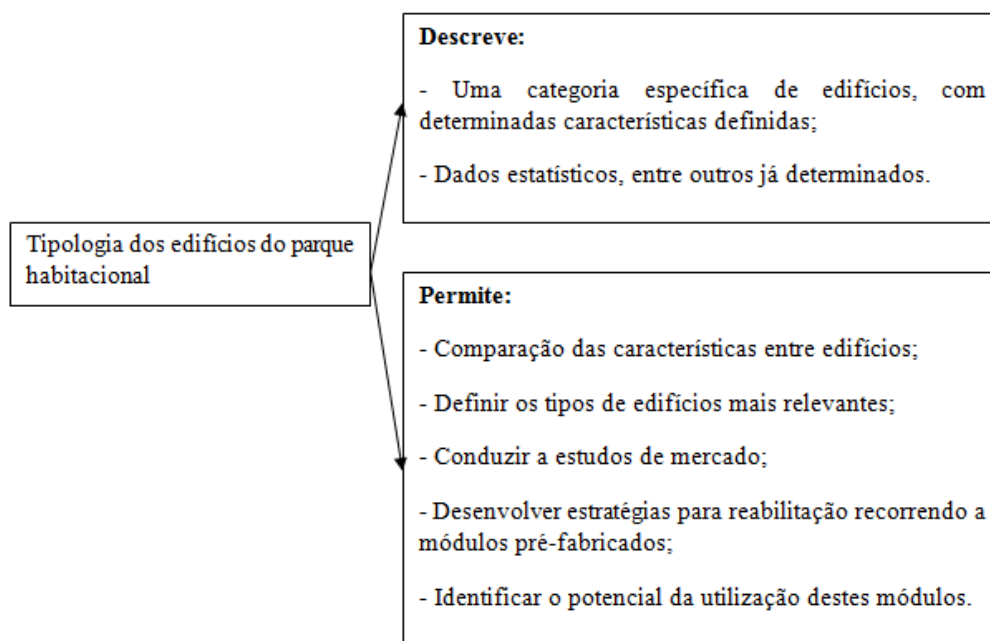


Fig. 5.2 – Âmbito da Tipologia dos Edifícios. [27]

A tipologia de cada país, de acordo com a figura acima representada (Figura 5.2), possibilita a descrição do tipo de edifícios mais relevante com base em parâmetros previamente definidos e permite ainda fazer comparações entre edifícios.

5.4. ESTUDO DE UM CASO PARTICULAR

5.4.1. NOTA INTRODUTÓRIA

O estudo do caso Suíço assume particular relevância na medida, que se trata do país que se voluntariou para liderar este projecto. Apesar das contribuições válidas de todos os outros países participantes, nenhum assumiu a realização de tantas tarefas como a Suíça, que se encontra envolvida em todas as Subtarefas deste *Annex 50*. A forma metódica com que realizou a prossecução deste trabalho, relativamente a todas as Subtarefas mais particularmente em relação à D, levou a que tenha alcançado um resultado de extrema qualidade e complexidade que sem qualquer dúvida constitui um exemplo a referir.

5.4.1.1. Objectivos

Este estudo tem por objectivo identificar o parque habitacional da Suíça, que melhor características apresenta para se proceder à reabilitação térmica da sua envolvente exterior opaca, contudo nem todos os edifícios apresentam os requisitos necessários para a sua aplicação. Apenas foram contabilizados os edifícios multi-familiares, as moradias não estão contempladas neste estudo. Muito devido à complexidade de aplicação de painéis pré-fabricados nas mesmas, nomeadamente, no que diz respeito a questões como a da modularidade e da viabilidade económica.

Através da análise do parque habitacional Suíço, constatou-se que havia predominância de três tipos de edifícios multi-familiares, com características distintas. Contudo, para a aplicação deste projecto apenas um se revelou capaz de os satisfazer.

O Quadro Q2 em Anexo, pretende representar as características de cada um dos tipos de habitação multi-familiar mais representativos do parque habitacional em causa. Destes, o Tipo 2 é o que melhor se enquadra no âmbito deste projecto pelos seguintes motivos:

Os edifícios do Tipo 1 (Figura 5.3) foram construídos num período em que a qualidade de construção ainda era bastante aceitável, apesar de corresponder à faixa de edifícios mais antiga, pelo motivo referido apresenta menor necessidade de reabilitação do que o Tipo 2 e o Tipo 3. Conjuntamente, com a qualidade construtiva, por vezes, a constituição das fachadas deste tipo de edifícios impossibilitam a sua reabilitação através da colocação de painéis pré-fabricados. [29]



Fig. 5.3 – Edifícios Característicos do Tipo 1. [29]

Os edifícios do Tipo 2 (Figura 5.4), apresentam baixa qualidade construtiva, pelo que são aqueles que no presente momento mais carecem de obras de reabilitação. Apresentam a ainda a vantagem de estarem localizados em áreas urbanas bastante atractivas, em que a procura é constante. Este facto, facilita a possibilidade de se encontrar um investidor e eventualmente facilita a possibilidade de se actualizarem as rendas. [29]

Contudo, se a fachada for revestida em tijolo, a reabilitação da mesma através de painéis pré-fabricados implica uma alteração total da sua caracterização arquitectónica o que pode dificultar a obtenção de uma licença.



Fig. 5.4 – Edifícios Característicos do Tipo 2. [29]

Os edifícios do Tipo 3 (Figura 5.5) geralmente estão localizados em áreas pouco atractivas, com bastantes problemas sociais. Este motivo, faz com que seja difícil encontrar um investidor que financie o projecto. [29]



Fig. 5.5 – Edifícios Característicos do Tipo 3. [29]

5.4.1.2. Metodologia Aplicada

Foram tidos em consideração sete passos para estabelecer a quantificação dos tipos de aberturas e edifícios mais relevantes, partindo da tipologia destes últimos (Figura 5.6).

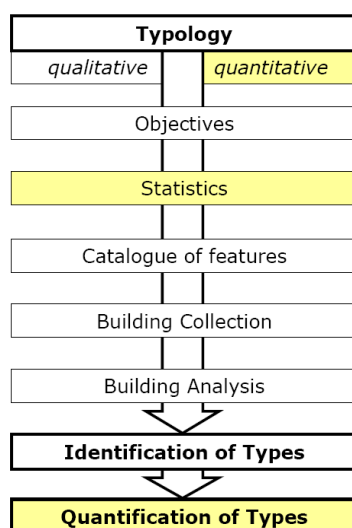


Fig. 5.6 – Passos para a Determinação e Quantificação dos Tipos. [27]

Passo n.º1 - Objectivos:

Para o desenvolvimento de uma tipologia de construção e de estratégias de reabilitação é necessário avaliar a situação dos edifícios (multi-familiares) num todo. Contudo, é necessário ser selectivo e apenas analisar os edifícios em que verifiquem determinado tipo de padrões, não é possível estar a atender a todos os pormenores dos edifícios sob o risco de estar a complicar excessivamente o estudo, comprometendo os seus resultados.

Passo n.º2 – Dados Estatísticos:

Foram escolhidos e analisados estatisticamente edifícios pertencentes a um determinado grupo. Neste grupo de edifícios apenas foram analisados os que eram multifamiliares. Para estabelecer uma determinada amostra estatística destes edifícios, estes tinham que se enquadrar nos seguintes critérios [27]:

- Localizados na parte Alemã da Suíça;
- Utilização apenas como edifício residencial;
- Com o mínimo de 3 apartamentos;
- Construídos entre 1919 e 1990;
- Ter entre 3 a 8 andares.

Os edifícios com estas características representavam cerca de 62% (106,200 edifícios) da parte geográfica em estudo (parte Alemã da Suíça).

Passo n.º3 – Catálogo de Características:

O catálogo das características é uma compilação de características investigadas e de critérios relevantes para a renovação do edifício. As características foram definidas e registadas no catálogo e foram apenas identificadas as mais relevantes para o projecto.

As características serão usadas para planear estratégias de renovação com sistemas pré-fabricados através do programa *retrofit advisor*, no final do projecto a lista das características será publicada no relatório "Estratégias Renovação".

Existem 77 características sobre os seguintes temas: Qualidade de vida, arquitectura design, normas técnicas, especialmente no que diz respeito a protecção contra incêndios e segurança sísmica dos edifícios, bem como outros critérios desenvolvidos para os parceiros de investigação (estudos de mercado, entre outros).

Passo n.º4 – Colecção de Edifícios:

A análise de edifícios realizou-se em duas fases. Inicialmente identificaram-se as zonas urbanas estatisticamente mais relevantes e posteriormente analisaram-se as zonas rurais.

Nestas zonas, foram identificados 1200 edifícios que cumpriam os critérios mencionados no 2.º passo. Foram enviados para os respectivos proprietários destes edifícios cartas de inquérito, com a informação que se necessitava acerca dos mesmos. Do total de cartas enviadas, apenas houve resposta por parte dos proprietários de 127 edifícios.

Esta informação foi tratada e analisada numa base de dados, e posteriormente cada proprietário recebeu um relatório informativo acerca do seu edifício.

A próxima figura demonstra o procedimento adoptado neste quarto passo, por parte da CCTP que foi a entidade gestora do processo.

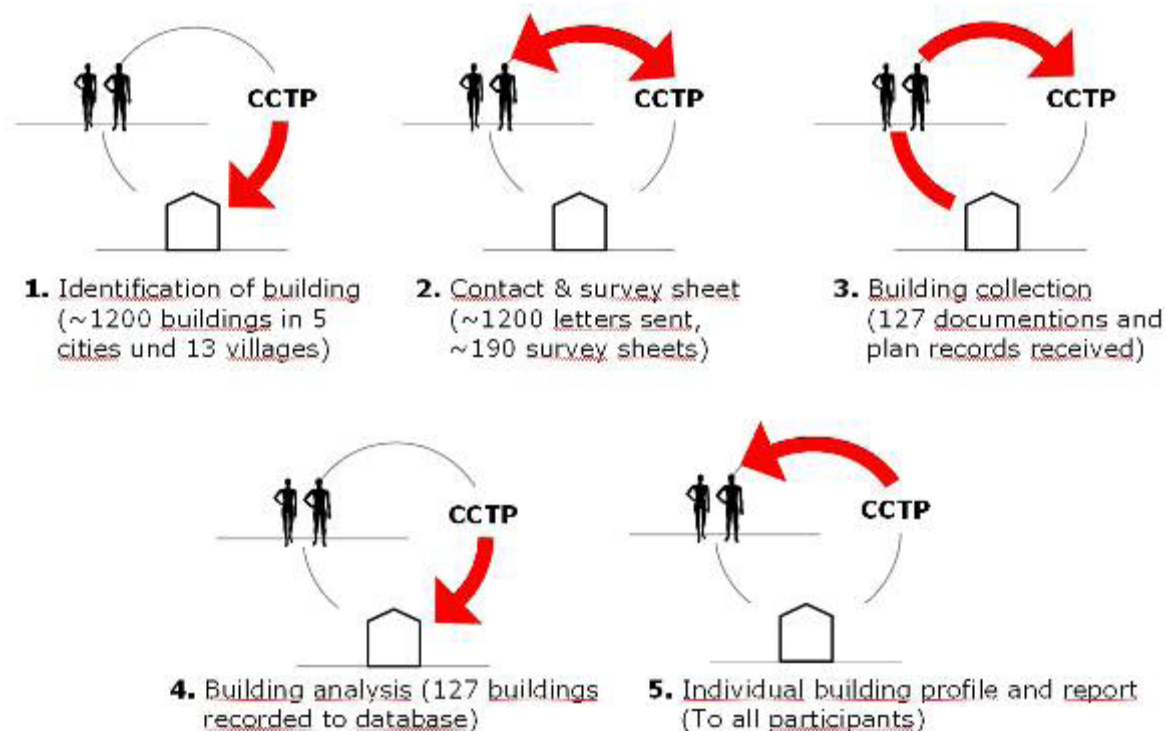


Fig. 5.7 – Procedimento Adoptado para a Determinação da Colecção de Edifícios. [27]

Passo n.º 5 – Análise dos Edifícios:

Estes 127 edifícios foram analisados e as suas características mais relevantes foram registadas numa base de dados. De acordo com este estudo, para uma tipologia construtiva ser estatisticamente sólida devem ser analisados 1 a 2 % da amostra.

As fichas de inquérito foram desenvolvidas pelo CCTP da seguinte forma [27]:

- Preparação da documentação sobre os edifícios a enviar (incluindo a forma de notificação);
- Registo das características estatísticas mais relevantes;
- Registo em cada projecto específico, um catálogo dos possíveis recursos a utilizar nesse edifício.

Passo n.º 6 – Identificação dos Tipos:

Com base nos edifícios analisados os tipos são identificados com base nas características semelhantes que os edifícios possuem entre si. Através do estudo das combinações realizado através de *datamining*, foram determinadas as combinações mais frequentes por exemplo, entre os tipos de abertura. As aberturas têm características claramente definidas, sendo por isso possível de as classificar e codificar. Para reduzir a complexidade, apenas foram consideradas as combinações que cobrem até 80% dos conjuntos de dados registados. Todas as outras combinações (até 100%) não são consideradas por não apresentarem relevância estatística.

Passo n.º 7 – Quantificação dos Tipos:

Os tipos de edificios identificados podem ser quantificados em função dos elementos estatísticos existentes, tendo sido utilizados os seguintes recursos [27]:

- Tipo do município;
- Ano de construção;
- Ano de renovação;
- Número de pisos;
- Número de apartamentos no edifício;
- Área útil;
- Número de quartos do apartamento.

5.4.2. DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO ADOPTADO

Através da análise das respostas dos 127 inquéritos recebidos e através de um minucioso estudo dos elementos escritos e desenhados (plantas, cortes e alçados) desses mesmos edifícios foi possível contabilizar o número de aberturas que cada edifício possuía e as características dessas aberturas.

Foi realizada uma análise detalhada das aberturas, em que cada uma foi classificada com base em quatro parâmetros, nomeadamente, categoria da abertura, posição vertical, posição horizontal e posição da balastrada. Com base nesta classificação foi atribuído um determinado código final com 4 dígitos, em que cada dígito é respeitante a um dos parâmetros.

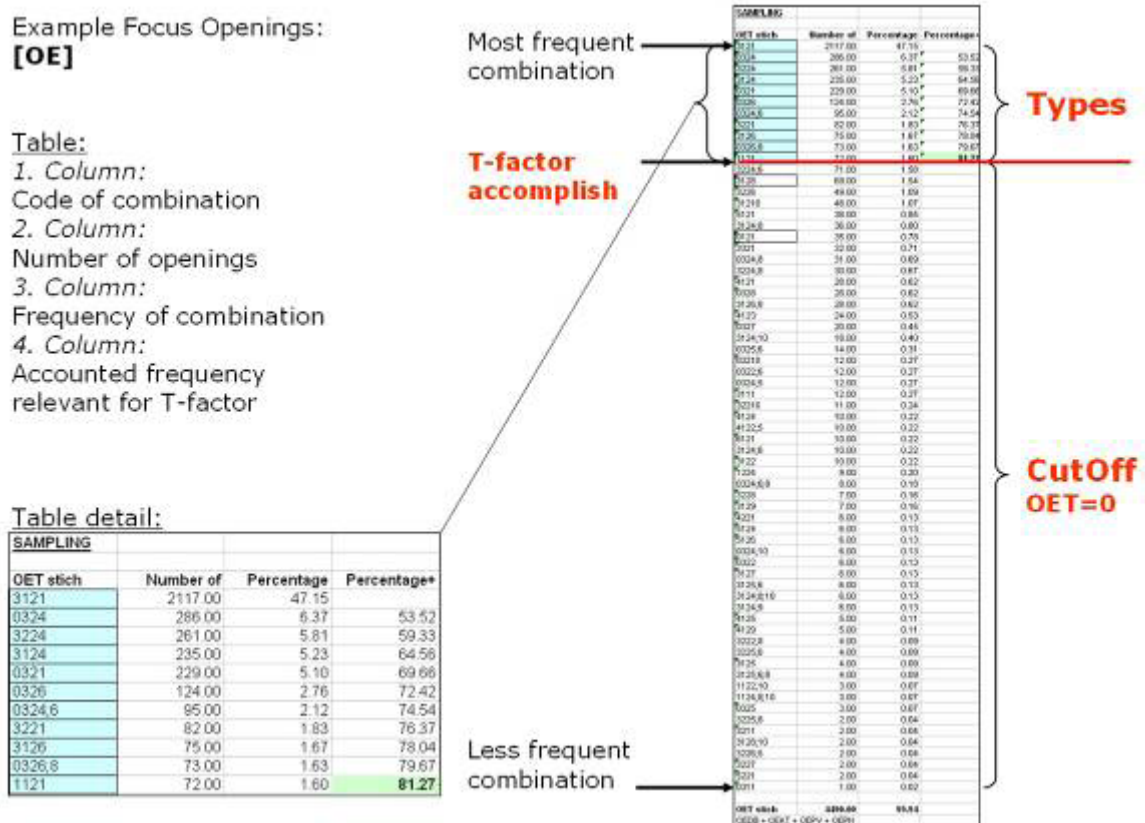


Fig. 5.8 – Quantificação dos Tipos de Aberturas mais Frequentes. [27]

Após a classificação de cada uma das situações existentes, e da sua ordenação por relevância estatística, apenas foram considerados os casos com maior expressão, sendo todos os restantes desprezados. Destes, agruparam-se todos aqueles que apresentavam características semelhantes.

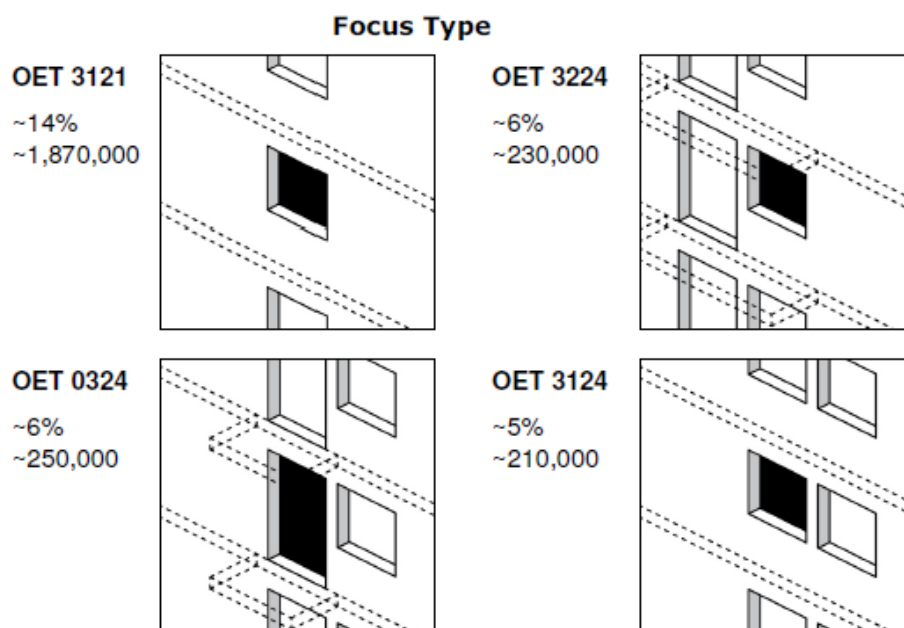


Fig. 5.9 – Ilustração de Alguns Casos de Aberturas mais Frequentes. [27]

Encontrando-se definidos e agrupados os Casos Tipo de aberturas com maior relevância estatística no parque habitacional Suíço, procurou-se, encontrar dentro dos painéis previamente definidos aqueles que melhor se encaixavam. A adaptação que era necessária fazer, podia implicar algumas alterações nas aberturas da fachada base, desde tapar as aberturas mais pequenas, para as quais não fazia sentido aplicar um painel devido às suas reduzidas dimensões à criação de varandas fechadas constituídas essencialmente por vãos envidraçados.

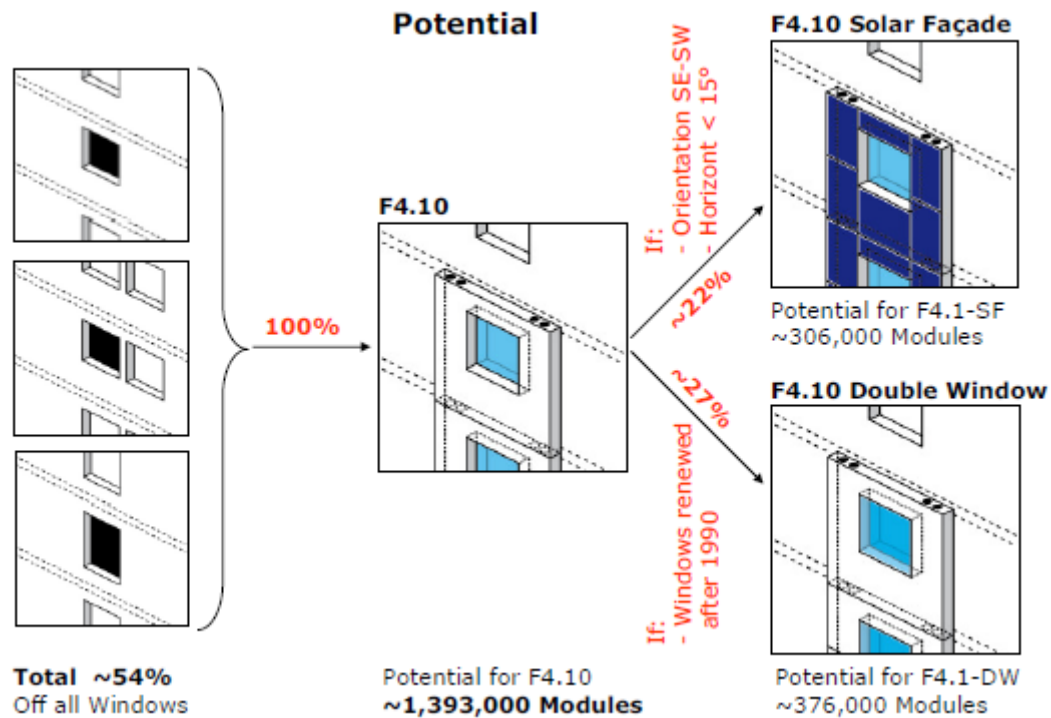


Fig. 5.10 – Agrupamento de Casos Tipo de Aberturas Similares para Aplicação do um Painel Pré-fabricado que mais se Ajusta e suas Variantes. [27]

As alterações à fachada principal, quer num caso quer no outro, apresentam vantagens nomeadamente, no primeiro caso eliminam-se de pontes térmicas que poderiam comprometer a reabilitação térmica realizada e no segundo caso a criação de varandas envidraçadas permite a sua abertura no período de Verão, mas no Inverno permite o seu encerramento permitindo a criação de um espaço fechado.

É de referir que para além das versões “tradicionais” de painéis pré-fabricados para fachada, constituídos por uma janela com vidro duplo e um acabamento em reboco ou outro, existem duas outras versões de painéis, uma com a aplicação de janela dupla e a outra com a aplicação de painéis solares no seu exterior, contudo estas soluções apresentam alguns condicionamentos. A primeira apenas pode ser aplicada em edifícios que tenham sido alvo de reabilitação na caixilharia antes de 1990. Em relação ao segundo tipo de solução de painel mencionado, a fachada tem de ter uma orientação SW-SE e simultaneamente apresentar um ângulo de incidência solar inferior a 15°.

Através de um programa de *datamining* foi possível determinar padrões entre os vários edifícios estudados do parque habitacional.

Foram determinadas três características comuns à maioria dos edifícios, nomeadamente, o ano de construção do edifício, o número de andares de cada edifício e a posição deste relativamente a um alinhamento de edifícios (posição de esquina, intermédia ou nos topos do alinhamento), isto se não se tratar de um edifício isolado.

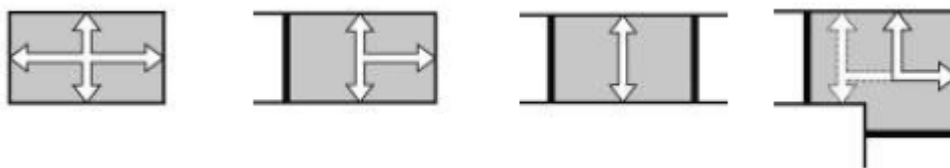


Fig. 5.11 – Posições Ocupadas pelo Edifício Consideradas no Estudo Suíço. [27]

Cada um destas características pode ser quantificável estatisticamente e foi subdividida, em três variáveis. Estas variáveis, abrangem intervalos que pretendem alcançar as situações com mais frequência de ocorrência pelo que foram apenas considerados os edifícios construídos entre 1919 e 1990, com menos de 8 e mais de 3 andares e cuja localização fosse isolada, intermédia, no termo de um alinhamento de edifícios, ou a fazer esquina. A Figura 5.12 pretende representar os recursos deste estudo, assim como as variáveis deles dependentes, e todas as inter-relações possíveis.

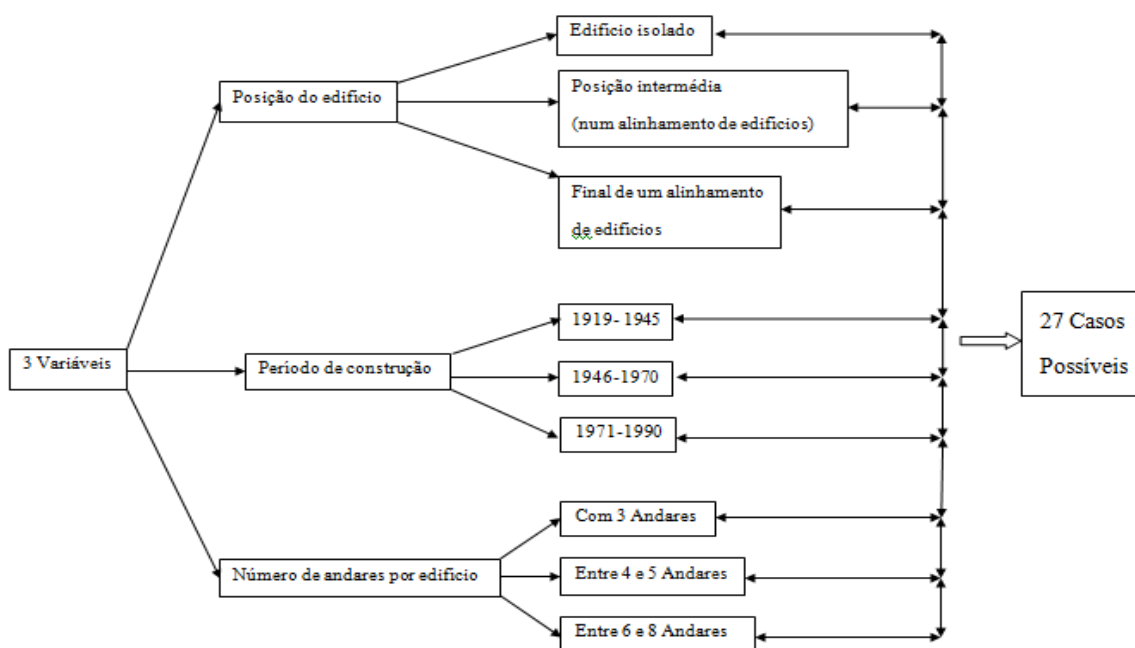


Fig. 5.12 – Esquema Representativo de todas as Possíveis Interligações das Variáveis.

Através das combinações possíveis entre todas as variáveis, foi possível determinar a existência de 27 Casos Tipo. Sendo que após a caracterização estatística dos 27 Casos Tipo constatou-se que apenas 11 Casos Tipo apresentavam relevância estatística. Por esse motivo apenas estes casos foram considerados, sendo todos os outros excluídos por não apresentarem relevância denominados de Tipo Geral 0 (cerca 24600 edifícios num total de 106200 edifícios).

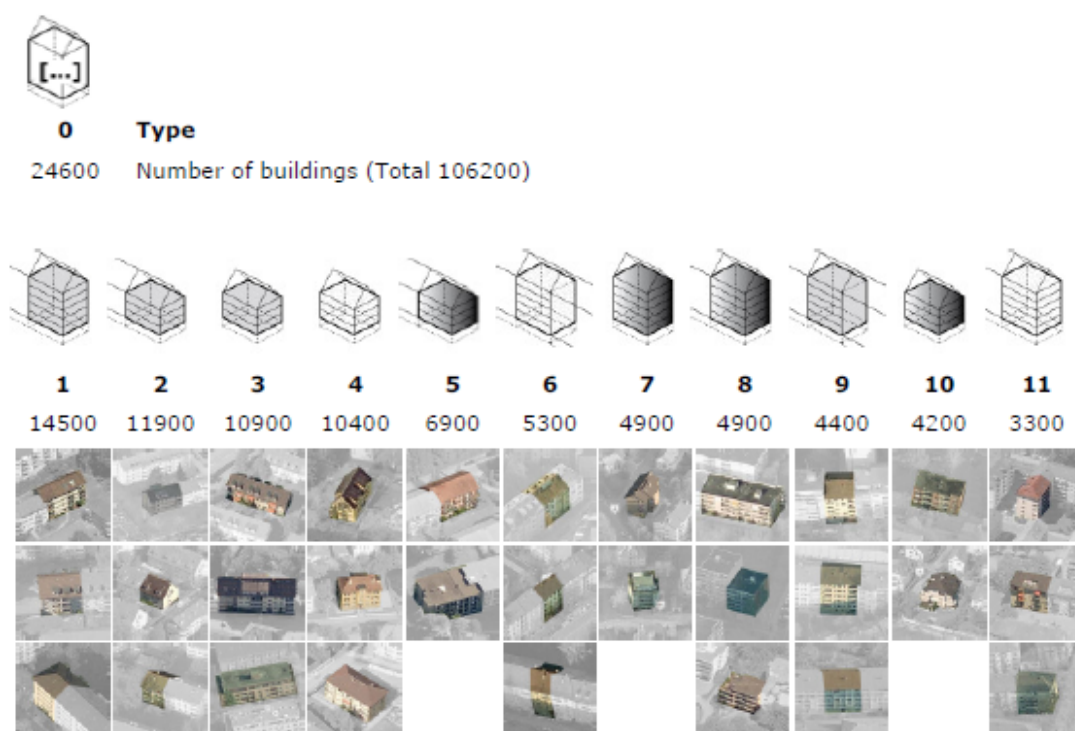


Fig. 5.13 – Ilustração e Quantificação dos Casos Tipo Existentes. [27]

Com as estatísticas determinadas, quer dos Casos Tipo de edifícios com maior probabilidade de frequência do parque habitacional, quer do tipo de aberturas mais frequentes foi possível determinar o potencial de cada painel pré-fabricado, através de uma estimativa.

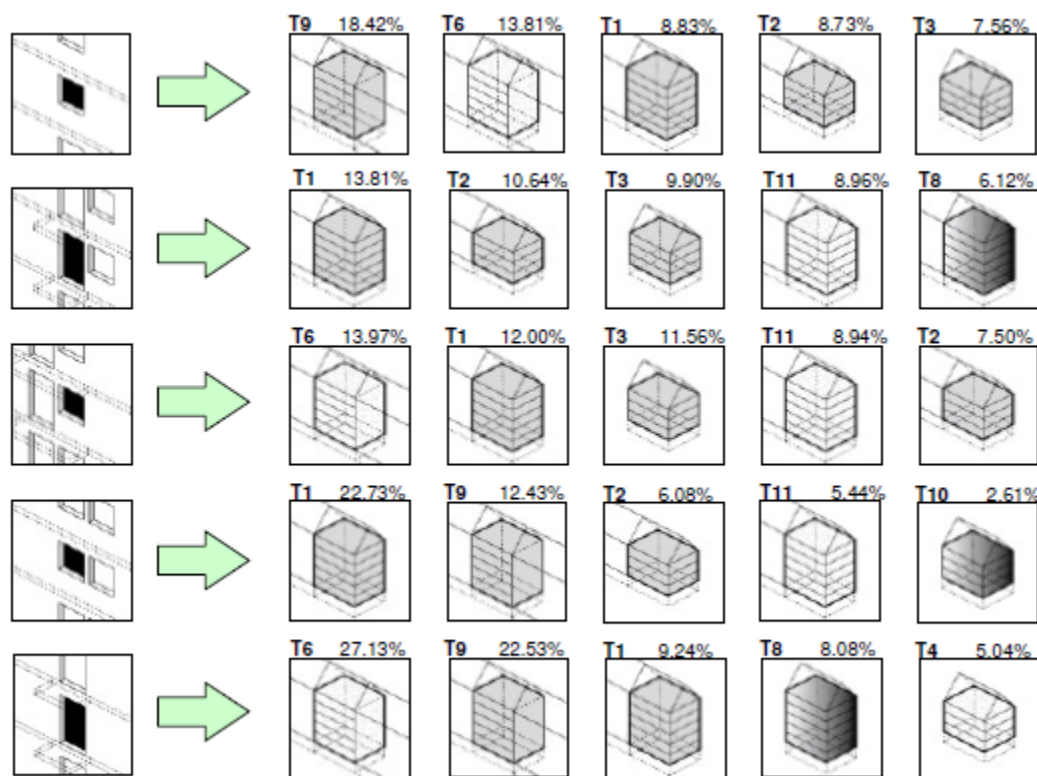


Fig. 5.14 – Avaliação do Potencial de Painéis Prefabricados consoante os Diferentes Casos Tipo de Aberturas mais Frequentes e Tipologia do Edifício. [27]

A Figura 5.15, pretende demonstrar de uma forma sintética e clara, como foi possível determinar o resultado obtido.

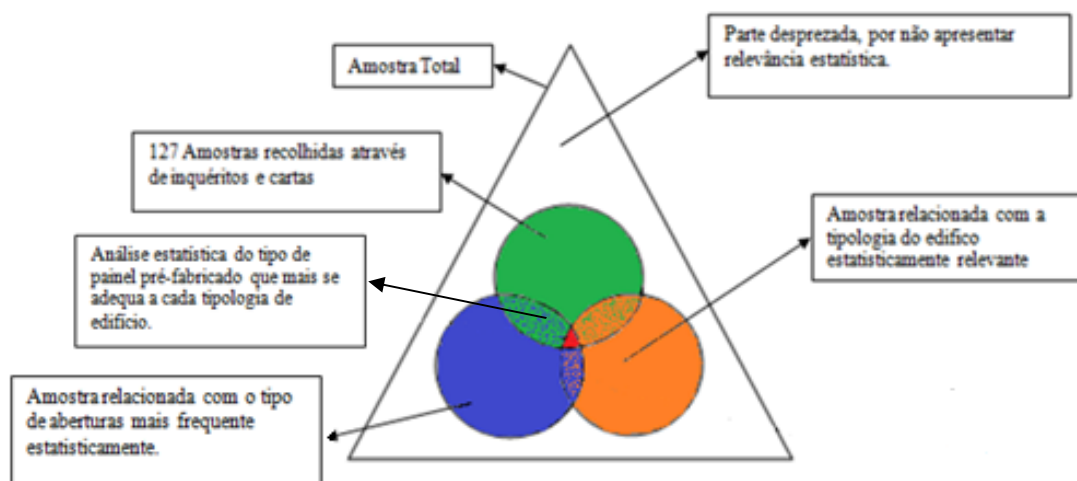


Fig. 5.15 – Esquema Representativo do Método Utilizado e suas Interacções.

6

CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL PORTUGUÊS

6.1. DESCRIÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL ACTUAL

No ano de 2009 a produção de novas habitações registou um decréscimo de 30%. Este foi o pior resultado de sempre, desde que Portugal está representado no *Euroconstruct*.

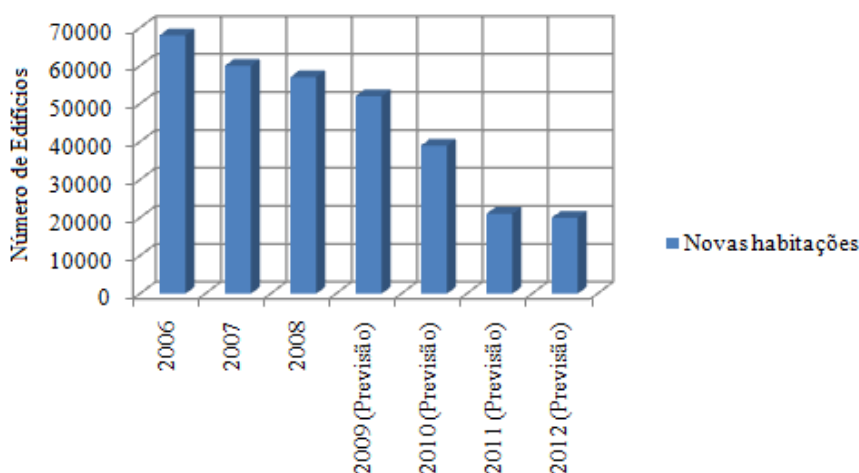


Fig. 6.1 – Evolução de Novas Habitações desde 2006 a 2012. [15]

A redução na produção de novas habitações está associada a dois grandes motivos: A crise económica e a retracção dos bancos na concessão ao crédito.

O mercado de construção de habitações novas foi forçado a readaptar-se perante um grande período de produção e crescimento em que se acabou por produzir mais do que o necessário. A crise económica internacional veio apenas acelerar e agravar este fenómeno, que mais cedo ou mais tarde tenderia a ocorrer.

Inicialmente as condições do mercado eram extremamente favoráveis. Durante bastante tempo existiu uma procura exponencial de novas habitações, em muito incentivada pelas condições propícias de atribuição dos créditos à habitação. A imensa procura que se fez sentir no mercado de habitações novas, provocou um fenómeno de resposta por parte da oferta levando a uma pressão de construção de edificação nova, em grande parte do território nacional. Na segunda metade da década de 90, o número médio de novas licenças por ano excedia os 96.000. [15]

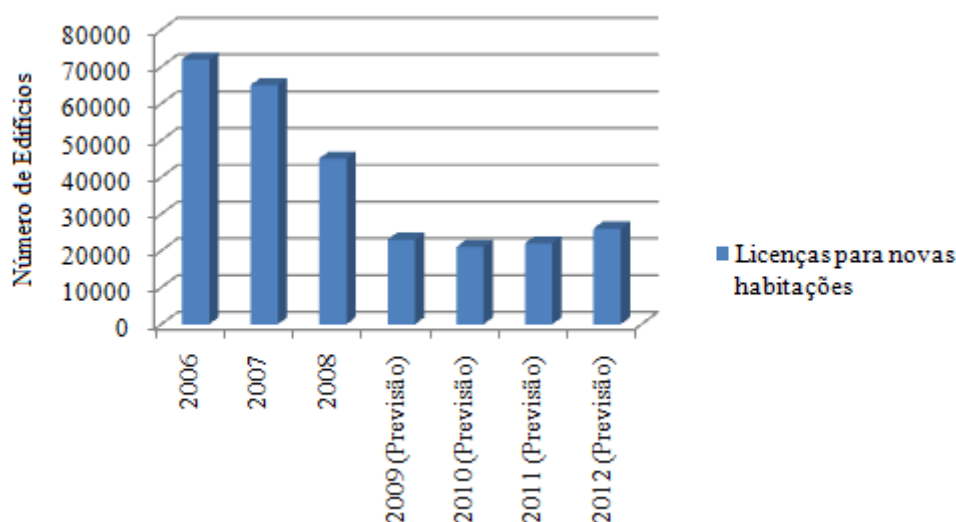


Fig. 6.2 – Evolução das Licenças para Novas Habitações desde 2006 a 2012. [15]

Contudo em 2009, os números médios de licenças para novas habitações foram cerca de 24.000. Esta diminuição na emissão de novas licenças de habitação fez-se sentir com particular intensidade a partir de meados do ano de 2008, aproximadamente na mesma altura em que a crise económica despontou.

Apesar de não existirem estatísticas oficiais no que diz respeito à quantidade de habitações que existem no mercado actualmente para venda, alguns estudos indicam que se situam no intervalo entre 165.000 e 200.000 habitações. Até este stock se esgotar é pouco provável que o mercado de construção de habitação nova ganhe outra dinâmica. [15]

Apesar do excesso de habitação, verifica-se que em Portugal tal como na generalidade dos restantes países Europeus o preço das habitações manteve-se. Não se verificou uma descida a pique dos preços praticados nas habitações, pois os proprietários preferem esperar até que a economia dê sinais de retoma a ter que arcar com elevados prejuízos.

Perante o cenário descrito e na ausência de mudanças consideráveis, tendo em conta os recentes desenvolvimentos nas licenças para novas habitações, o cenário mais provável é que num futuro próximo a produção de novas habitações continue a descer a grande ritmo (cerca de 35% em 2010), com as previsões a indicarem que a construção das mesmas vai continuar a decrescer em 2011 e estagnar em 2012. [15]

No que diz respeito ao mercado de arrendamento, não deve ser excluída a hipótese de um aumento da sua actividade. Tal deve-se em grande parte, ao dinamismo e procura que este está a sentir, em muito devido à negação de crédito à habitação por parte dos bancos que aumentaram os seus critérios de exigência face à concessão deste.

Com o recente aumento na dinâmica do mercado de arrendamento, é esperado que os trabalhos de reabilitação e manutenção de casas sofram um aumento. Contudo mesmo as melhores estimativas reconhecem que esta razão não é suficiente para criar uma nova dinâmica neste sector.

Apesar disto, o mercado de reabilitação tem ganho algum terreno nos últimos anos devido à redução de construção de novas habitações. O tema tem sido amplamente discutido na sociedade, contudo na realidade ainda está longe de ter um peso representativo no sector da construção em geral. Ainda é perceptível a ausência de uma cultura no domínio da reabilitação, o que associado às intenções de

redução do investimento decorrentes da situação macroeconómica em que vivemos explica em muito o estado do sector.

O estado Português tem aprovado recentemente legislação, de forma a contrariar esta situação. Não só no que diz respeito à regeneração de áreas urbanas mas também ao sector não residencial, como é o caso da renovação do parque escolar. A nível de estado, para além da legislação foram tomadas medidas ao nível dos orçamentos de estado.

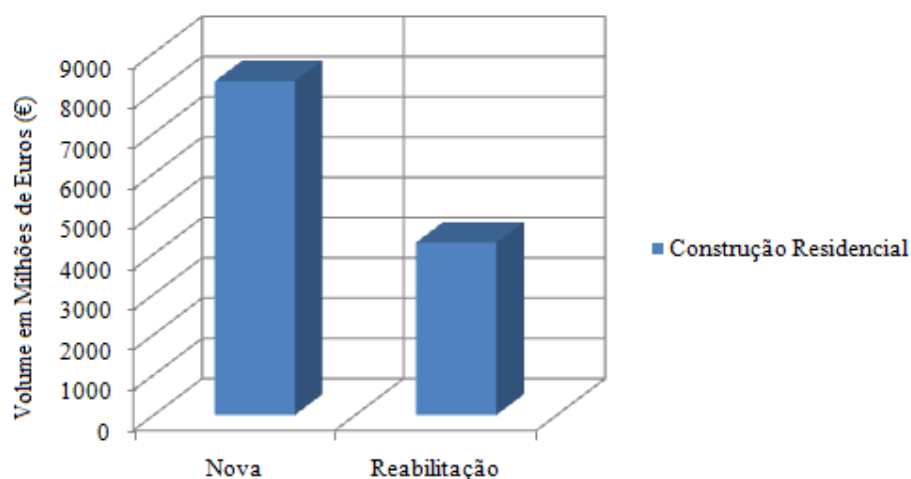


Fig. 6.3 – Comparação do Volume em Milhões de Euros entre Reabilitação e Construção Nova, em 2008. [15]

As previsões indicam que o sector da reabilitação e manutenção foi e será penalizado, respectivamente em 2009 e 2010, muito devido ao cenário macroeconómico. Contudo são esperados nos próximos dois anos avanços neste sector. A previsão é optimista, para 2011 e 2012, parte no entanto do pressuposto que serão implementados estímulos financeiros, legais e fiscais adequados. [15]

Desde Janeiro de 2000 até Julho de 2009, os trabalhos de reabilitação para melhoramento de habitações tal como a venda de casas tem diminuído sucessivamente, contudo as intenções de compra de casa nova são sempre inferiores às intenções de fazer melhoramentos na casa.

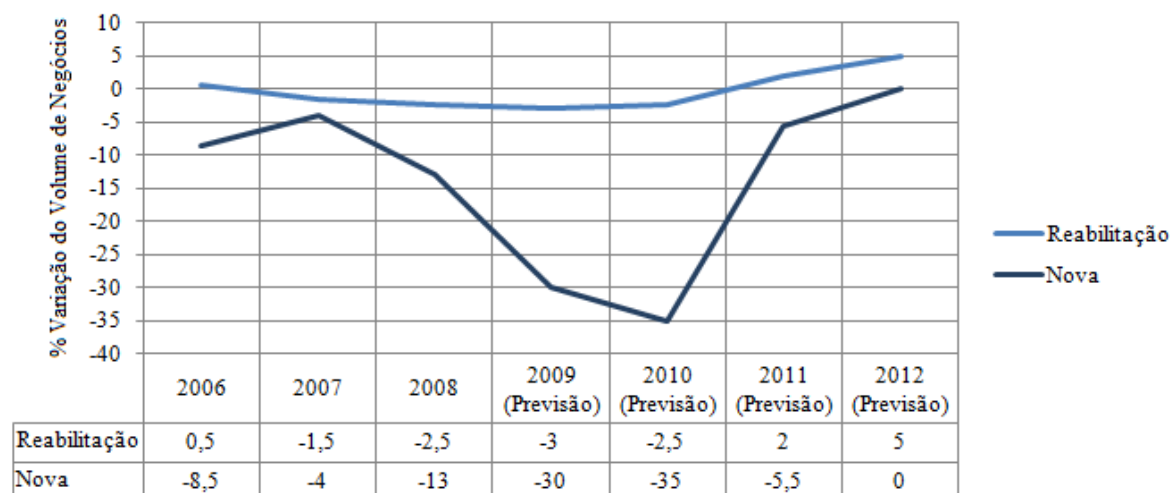


Fig. 6.4 – Variação dos Sectores da Reabilitação e Construção Nova em Volume de Negócios entre 2006 e 2012 (%). [15]

6.2. TIPOS DE ALOJAMENTO

6.2.1. FAMILIARES CLÁSSICOS E NÃO CLÁSSICOS

Dentro dos alojamentos familiares, podem distinguir-se dois grandes grupos, os clássicos e os não clássicos, segundo a classificação atribuída pelo último censo realizado em 2001.

Antes de mais interessa definir alojamento, independentemente se é clássico ou não clássico. Por alojamento entende-se um local distinto (significa que é delimitado por paredes e cobertura, permitindo a realização no seu interior de tarefas do quotidiano) e independente (os seus habitantes não tem de atravessar unidades de outros alojamentos, para entrar ou sair) que pelo modo como foi construído ou como está a ser utilizado, no momento censitário, se destina à habitação humana. [20]

Para que um alojamento seja familiar, basta que no momento censitário, a unidade habitacional esteja a ser ocupada geralmente por uma família.

Por alojamento familiar clássico entende-se, “divisão ou conjunto de divisões e seus anexos que, fazendo parte de um edifício com carácter permanente ou sendo estruturalmente separados daquele, pela forma como foi construído, reconstruído ou reconvertido se destina à habitação permanente de uma família, não estando no momento censitário a servir totalmente para outros fins.” [20]

Nos alojamentos familiares não clássicos, podem encontrar-se diversos grupos de alojamentos nomeadamente, barracas (construções realizadas com vários tipos de materiais), casas rudimentares de madeira (casas constituídas essencialmente por madeira e não preparadas para o uso habitacional), improvisados (é o caso por exemplo de moinhos, garagens entre outras construções permanentes que não sofreram qualquer tipo de alteração para o seu uso habitacional), móveis (unidades móveis que estejam a ser utilizadas como habitação de pelo menos uma pessoa, no momento censitário) ou outros (locais não intervencionados pela mão humana).

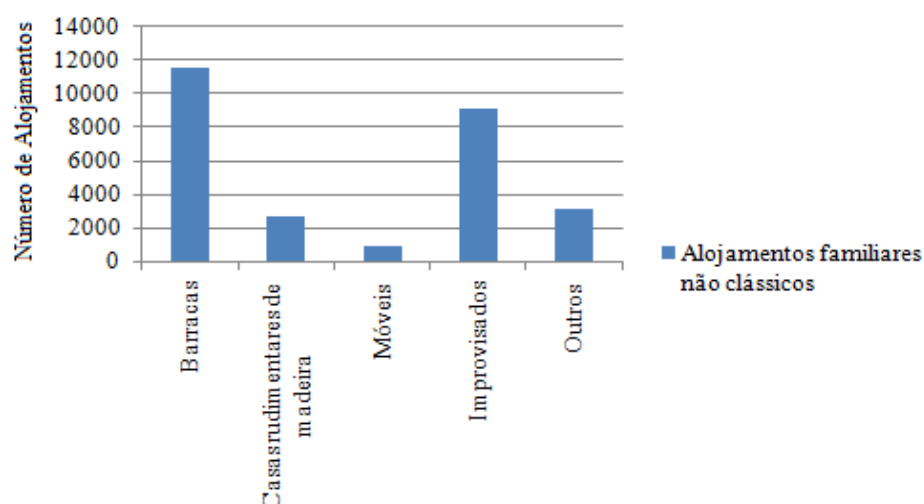


Fig. 6.5 – Caracterização do Número de Alojamentos Familiares Não Clássicos, em 2001. [20]

Numa amostra total de 5.054.922 alojamentos, no ano de 2001, constatou-se que a maioria significativa dos alojamentos era correspondente aos familiares clássicos, tal como é demonstrado no Quadro 6.1.

Quadro 6.1 – Tipo de Alojamentos Clássicos *versus* Não Clássicos, em 2001. [20]

Tipo de Alojamentos Familiares	Número da amostra total	Percentagem
Clássicos	5.019.425	99%
Não Clássicos	27.319	1%

6.2.2. ALOJAMENTOS COLECTIVOS

Por alojamentos colectivos, entendem-se de uma forma geral aqueles edifícios que pela forma como foram construídos ou transformados se destinam à habitação colectiva (de várias famílias).

O grupo dos alojamentos colectivos pode subdividir-se em dois subgrupos, nomeadamente, os hotéis ou similares e as convivências.

Os hotéis ou similares, são construções permanentes que se destinam a hospedar mais do que uma família, mediante um determinado preço.

Por convivência, entende-se uma construção permanente, destinada a ser habitada por um número elevado de pessoas que estão submetidas ao mesmo regime. São incluídos neste grupo instituições de apoio social, educação, saúde, religiosa, militar, prisional e trabalho. De todos os grupos designados de convivências, constatou-se que à data de realização dos censos, os alojamentos colectivos de apoio social com 2.232 alojamentos tinham a maior representatividade. [20]

Portugal, em 2001, apresentava no total 8.178 alojamentos colectivos, sendo que 2.696 eram hotéis ou similares e 5.482 eram o total de convivências existentes. De acordo com a visualização da Figura 6.6, constata-se que a maioria dos alojamentos colectivos se verifica em Portugal Continental, nomeadamente na região de Lisboa, Centro e Norte.

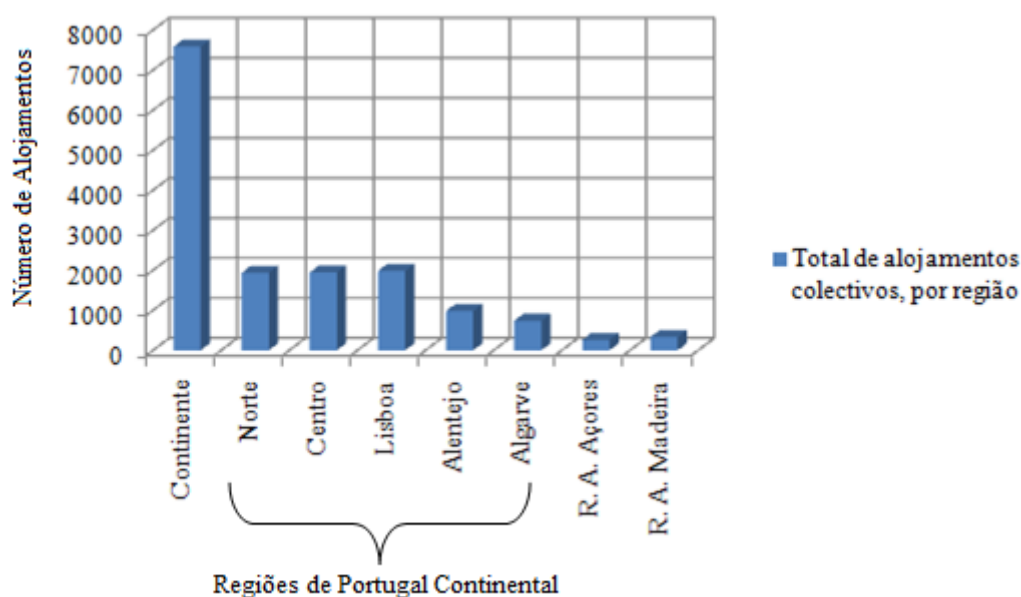


Fig. 6.6 – Caracterização do Número de Alojamentos Colectivos, em 2001. [20]

6.2.3. FAMILIARES *VERSUS* COLECTIVOS

Do total de alojamentos familiares e colectivos que existia em Portugal no ano de 2001 (5.054.922 alojamentos), praticamente todo o território nacional (99.80%) correspondia a alojamentos familiares (incluindo os clássicos e não clássicos).

Como é possível constatar através do Quadro 6.2 a percentagem dos alojamentos colectivos (incluindo hotéis ou similares e convivências) à data, a nível nacional era praticamente insignificante (0.20%).

Quadro 6.2 – Tipo de Alojamentos Familiares *versus* Colectivos, em 2001. [20]

Tipo de Alojamentos	Número da amostra total	Percentagem
Familiares	5.046.744	99.80%
Colectivos	8.178	0.20%

6.3. FORMA DE OCUPAÇÃO DOS EDIFÍCIOS

6.3.1. FAMILIARES CLÁSSICOS OCUPADOS

6.3.1.1. RESIDÊNCIA HABITUAL

Dentro dos edifícios de residência habitual podem-se subdividir os edifícios principalmente residenciais e os edifícios principalmente não residenciais.

Entendem-se por edifícios principalmente residenciais, os edifícios que destinavam a maioria da sua área útil à habitação humana, aquando do momento censitário. [20]

Os edifícios principalmente residenciais, com um alojamento, podem ser subdivididos nos edifícios exclusivamente residenciais e nos edifícios parcialmente residenciais. Em 2001, Portugal apresentava 1.885.570 edifícios principalmente residenciais de um alojamento, sendo que desses 1.775.429 eram edifícios exclusivamente residenciais e 16.373 parcialmente residenciais. Para além dos edifícios principalmente residenciais com um alojamento, existe ainda a contabilização dos que têm dois e três alojamentos, sendo que os primeiros em 2001, eram 141.183 e os segundos, eram no máximo 456.633.

Por edifício principalmente não residencial, entende-se um edifício que dedica a maioria da sua área útil a outras finalidades que não a da habitação humana. [20]

Em 2001, existiam em Portugal 13.395 edifícios principalmente não residenciais. As regiões Norte (4.501), de Lisboa (3.511) e Centro (3.060) de Portugal Continental eram as que respectivamente, apresentavam mais edifícios com esta forma de ocupação. As Regiões Autónomas dos Açores e Madeira, apresentavam valores muito pouco significativos na ordem das centenas de edifícios, 243 e 236, respectivamente.

Entre os edifícios principalmente residenciais e os não residenciais constata-se que os primeiros dominavam, em 2001, no panorama nacional. Hoje, os números certamente não serão os mesmos, contudo esta tendência certamente se mantém.

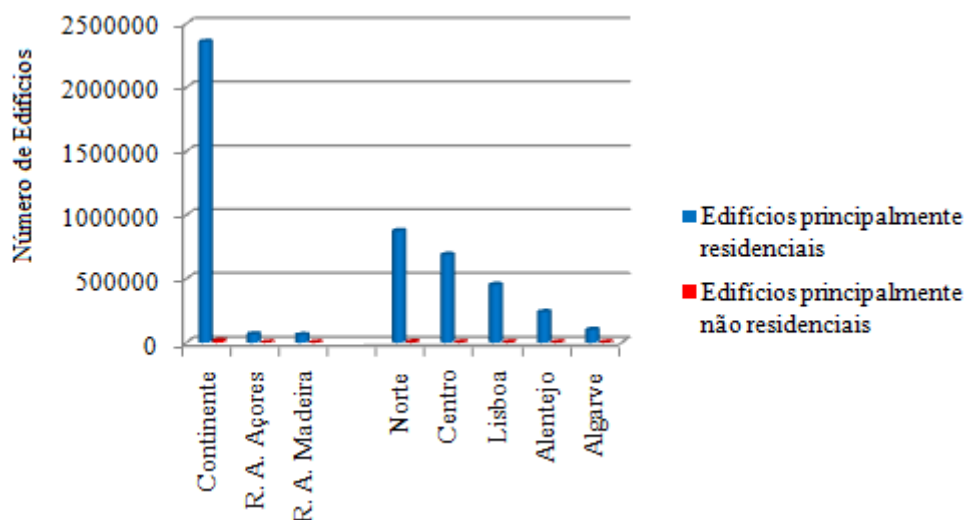


Fig. 6.7 – Comparação entre Edifícios Principalmente Residenciais *versus* Não Residenciais, em 2001. [20]

6.3.1.2.RESIDÊNCIA SAZONAL OU SECUNDÁRIA

Em 2001, existiam 924.419 alojamentos secundários ou de férias. De acordo com a visualização da Figura 6.8 é possível constatar que à data as regiões que tinham mais alojamentos nesta situação encontravam-se em Portugal Continental e eram o Centro (290.748), o Norte (255.800), a região de Lisboa (161.802) e o Algarve (106.195).

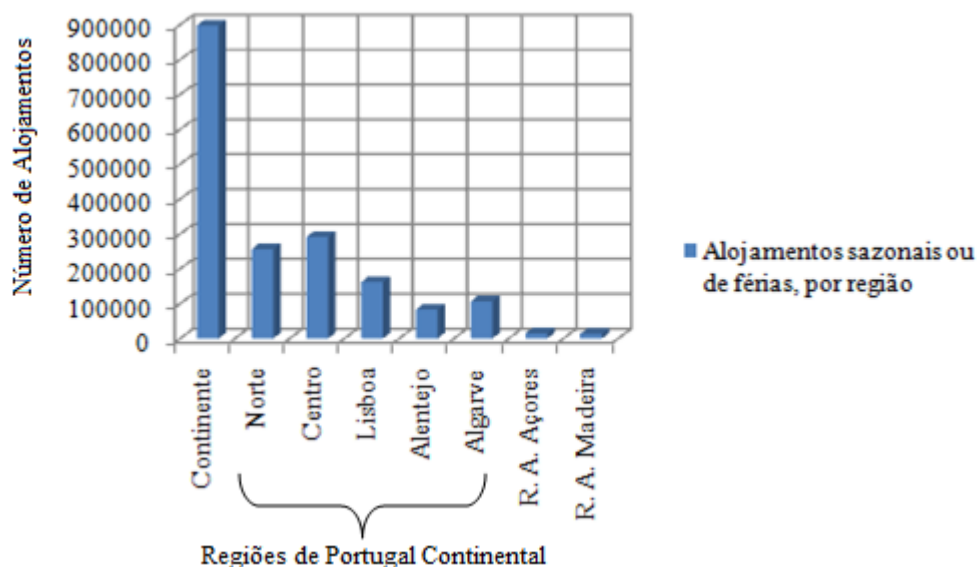


Fig. 6.8 – Caracterização do Número de Alojamentos Sazonais ou de Férias, em 2001. [20]

6.3.2. ALOJAMENTOS FAMILIARES CLÁSSICOS VAGOS

Os alojamentos familiares clássicos vagos, são aqueles que estão disponíveis no mercado para venda, aluguer, demolição, entre outras situações. Inserem-se nesta última, alojamentos que não estão para venda, nem para aluguer, nem para demolição por motivos de discórdia na partilha de heranças, por exemplo.

Em 2001 registaram-se 543.777 alojamentos vagos, sendo que desses 105.415 eram para venda, 80.094 para aluguer, 27.692 para demolição e 330.576 encontravam-se no grupo das outras situações.

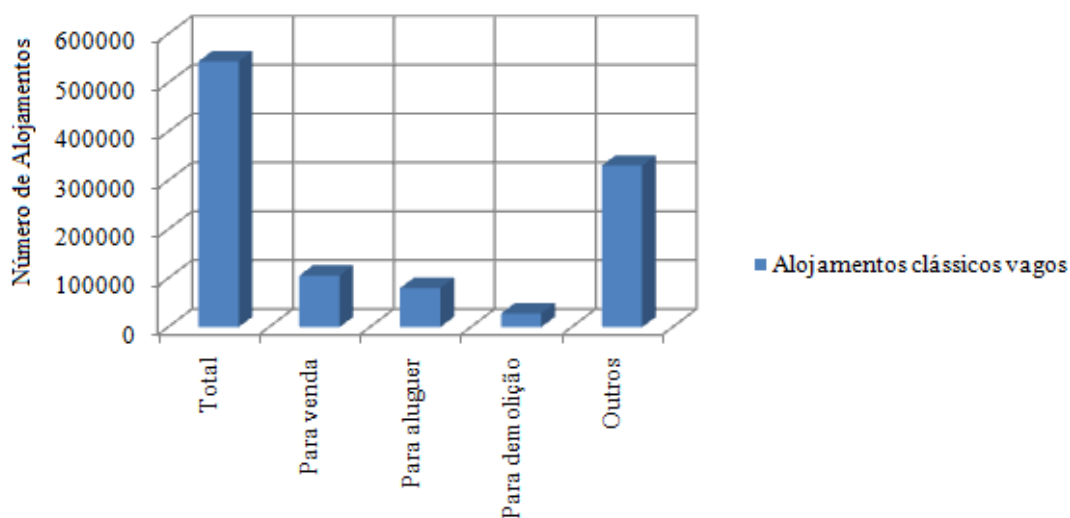


Fig. 6.9 – Caracterização do Número de Alojamentos Clássicos Vagos, em 2001. [20]

As zonas de Portugal Continental, que em 2001 verificavam uma maior incidência de edifícios vagos foram o Norte (167.292), a região de Lisboa (149.327) e a região Centro (129.970) tal como é possível visualizar na Figura 6.10.

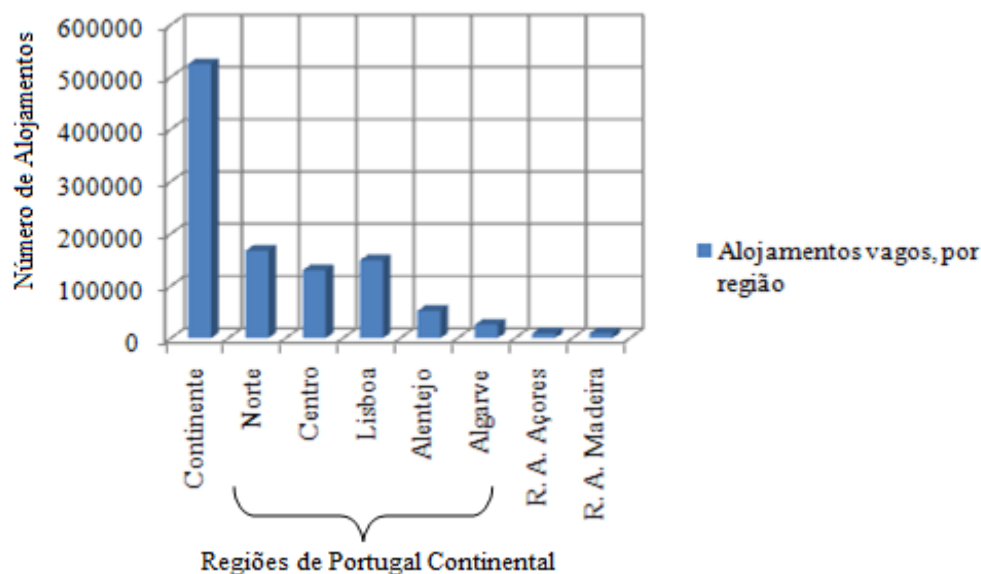


Fig. 6.10 – Caracterização do Número de Alojamentos Clássicos Vagos, por Região, em 2001. [20]

6.3.3. ALOJAMENTOS OCUPADOS *VERSUS* VAGOS

Constatou-se no que diz respeito à forma de ocupação dos alojamentos, que em 2001, a significativa maioria estava ocupada.

Do somatório dos alojamentos de residência habitual com os alojamentos de residência secundária ou sazonal obteve-se o total dos edifícios ocupados (4.475.648) o que corresponde a 89% dos alojamentos.

Os restantes 11 % correspondem ao total dos alojamentos vagos incluindo, os que são para venda, aluguer, demolição entre outras situações. Em 2001, o total dos edifícios vagos era de 543.777.

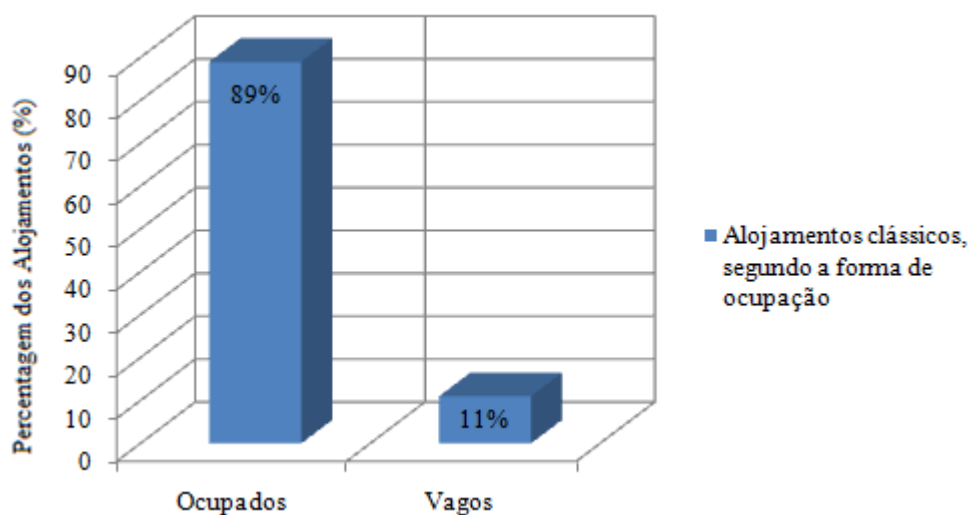


Fig. 6.11 – Caracterização da Forma de Ocupação dos Alojamentos Clássicos, em 2001. [20]

6.4. EDIFÍCIOS SEGUNDO O PERÍODO DE CONSTRUÇÃO

O período em que mais se construiu em Portugal até ano de 2001, foi o intervalo de 1917 a 1980, como é possível visualizar na Figura 6.12. Até à década de 80 verificou-se uma tendência de crescimento, após este ano, e até ao ano de 1995 verificou-se a tendência inversa. Entre 1996 a 2001, verificaram-se sinais de retoma do sector da construção.

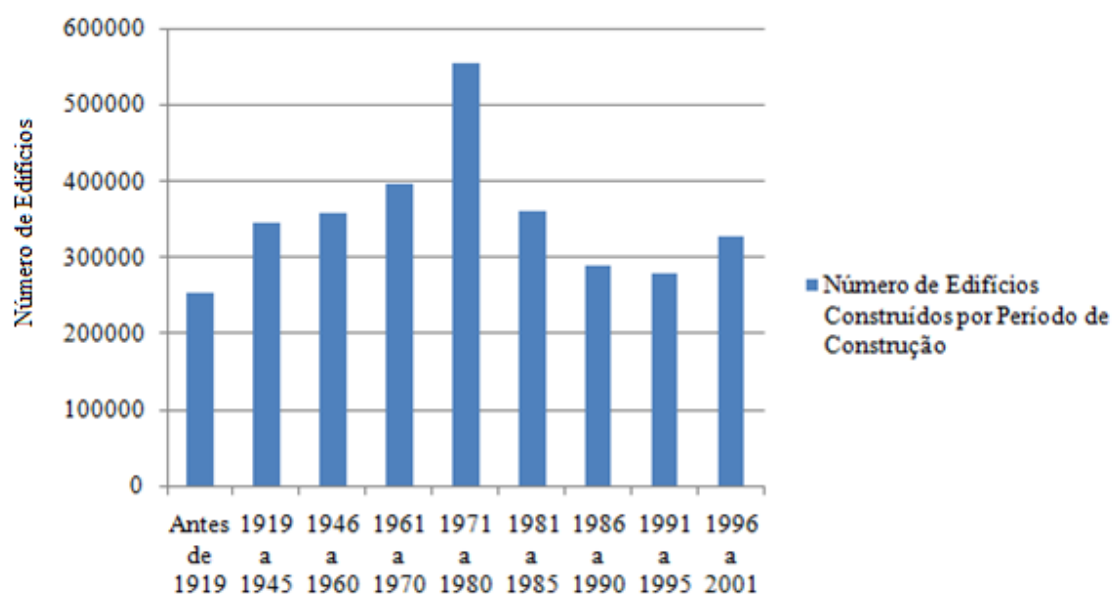


Fig. 6.12 – Caracterização do Número de Edifícios Construídos por Período de Construção, em 2001. [20]

De resto, constata-se que este período de construção foi o mais próspero, apenas com excepção da Região Autónoma da Madeira em que o período de construção mais favorável se verificou de 1981 a 1985.

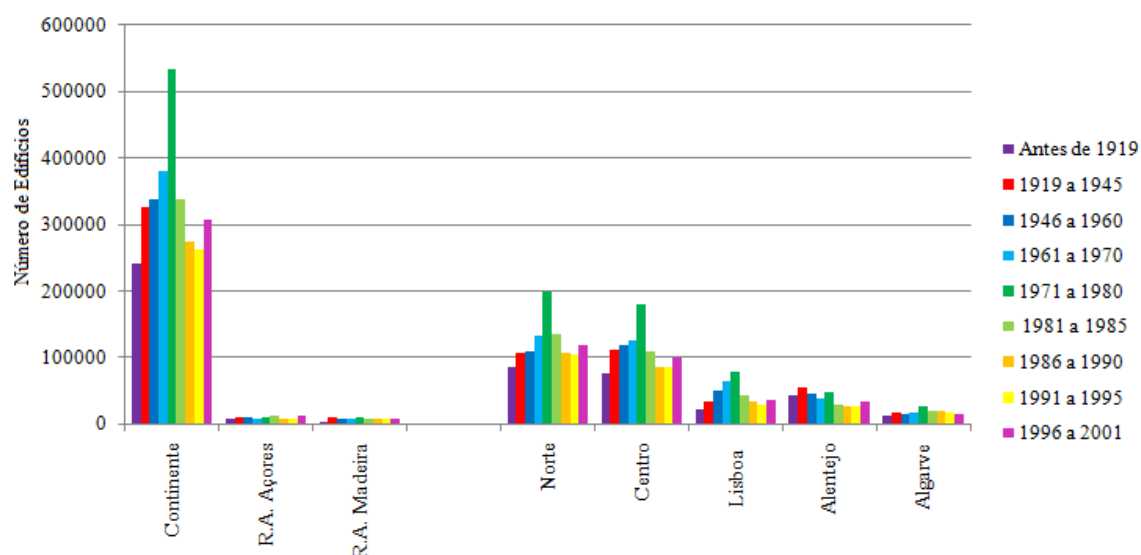


Fig. 6.13 – Caracterização do Número de Edifícios Construídos por Período de Construção, e por Região, em 2001. [20]

6.5. EDIFÍCIOS SEGUNDO O NÚMERO DE PISOS

De acordo com a Figura 6.14 é possível constatar que a maioria dos edifícios em Portugal até 2001 era constituída por um e dois pisos.

Até 1970 verificou-se que os edifícios com um piso eram os mais frequentes, contudo a partir dessa data passaram a construir-se mais edifícios com dois pisos, prevalência que se verificou até ao ano de 2001.

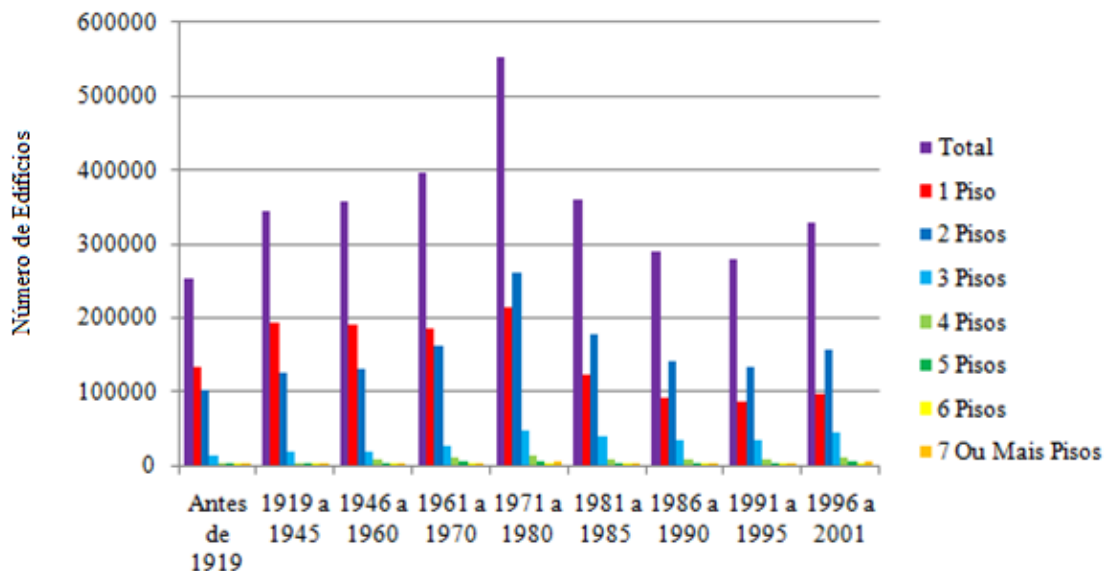


Fig. 6.14 – Caracterização do Número de Pisos dos Edifícios por Período de Construção, em 2001. [20]

Como se verificou no ponto 6.3.1.1. são os edifícios principalmente residenciais, que ocupam a grande maioria do território. Por este motivo, achou-se interessante saber quantos pisos possuíam na maioria este tipo de edifícios.

Como é possível verificar na Figura 6.15, cerca de 44% dos edifícios principalmente residenciais possuíam em 2001 dois pisos e 42% apenas um piso. O somatório dos restantes edifícios existentes com mais de dois pisos é de apenas 14%.

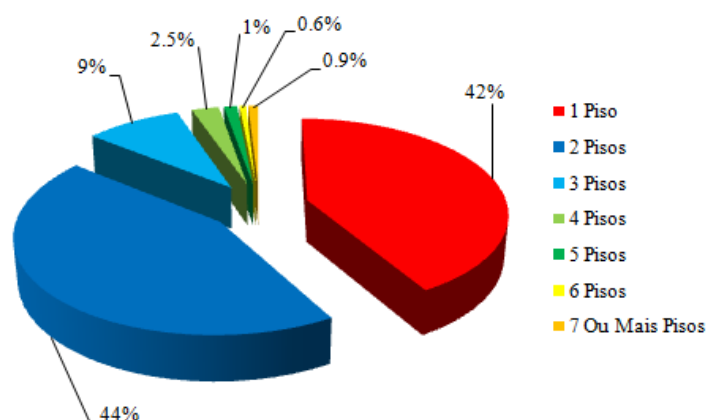


Fig. 6.15 – Percentagem associada ao Número de Pisos dos Edifícios relativamente aos Edifícios Principalmente Residenciais, em 2001. [20]

6.6. TIPO DE OCUPAÇÃO

Em 2001, Portugal contava com 2.688.469 alojamentos ocupados pelo seu proprietário independentemente do facto deste ter tido ou não encargos com a compra da casa. Cerca de 862.760 alojamentos tinham outras entidades proprietárias, que à frente se mencionam com mais pormenor. Estes números dizem respeito a alojamentos clássicos, ocupados como residência habitual.

A Figura 6.16, mostra a ocupação pelo proprietário ou não, por década de construção, no ano 2001. Verifica-se que, em Portugal, desde sempre houve uma tendência para as casas serem ocupadas pelos seus proprietários. O fenómeno da compra de casa própria, começa a ter algum relevo dentro do intervalo de tempo de 1996 a 2001. Fenómeno, que como referido no ponto 6.1, teve uma certa tendência a aumentar, até ao actual momento em que se atravessa uma situação macroeconómica bastante desfavorável.

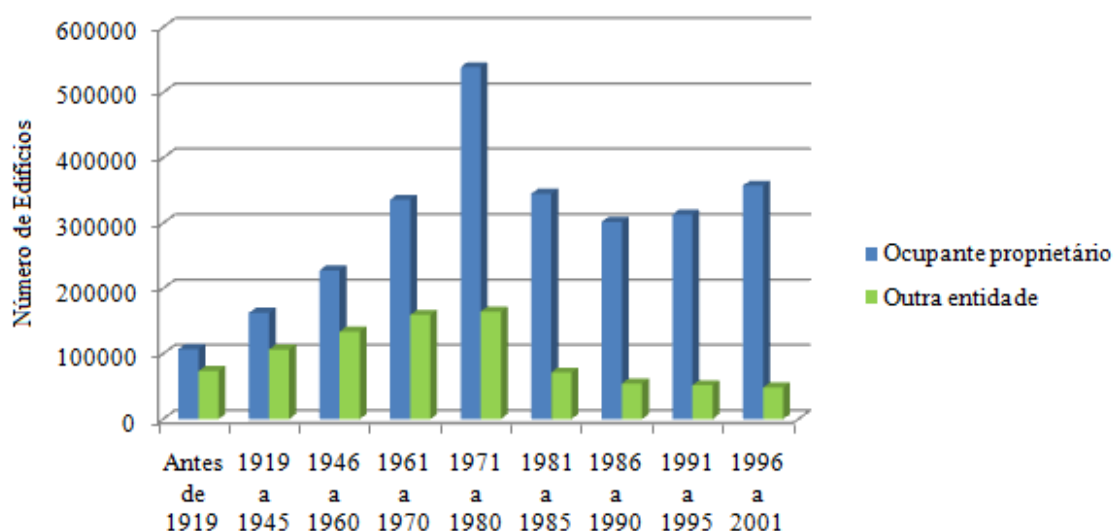


Fig. 6.16 - Entidades Proprietárias por Década de Construção, em 2001. [20]

As outras entidades proprietárias podem ser, ascendentes ou descendentes, particulares ou empresas privadas, empresas públicas, o Estado, as Autarquias e as cooperativas habitacionais. A Figura 6.17, mostra a importância de cada uma delas.

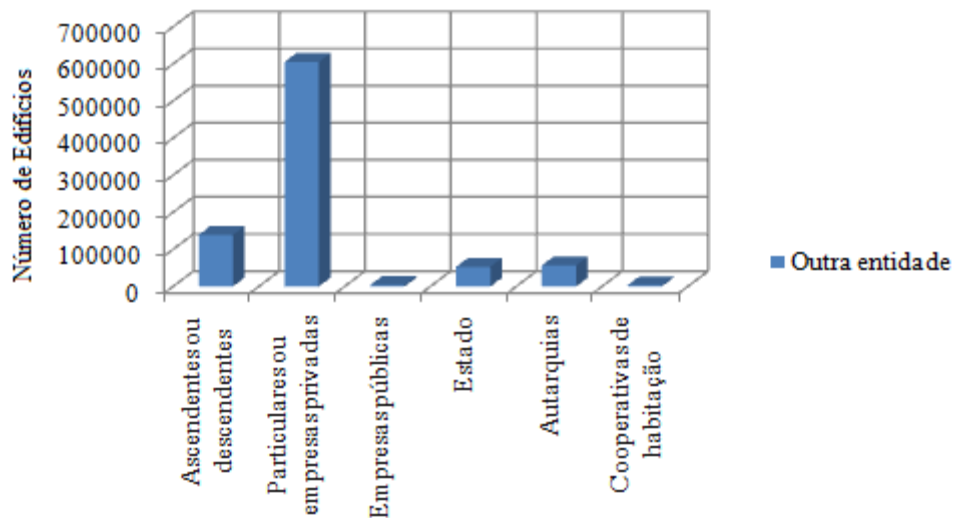


Fig. 6.17 - Número de Edifícios Pertencentes a Outras Entidades Proprietárias, em 2001. [20]

Uma vez que o Estado tem dado particular atenção à questão da reabilitação, interessa saber qual era a situação existente em 2001. O Estado, empresas públicas e Autarquias, em 2001, eram proprietários de 114.293 alojamentos, o que corresponde aproximadamente a 13% dos alojamentos que estão sob a tutela de outras entidades e a 3% do parque total de alojamentos clássicos ocupados como residência habitual.

6.7. CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE TÉRMICAS

Da análise efectuada, constatou-se que 78% dos alojamentos em Portugal até ao ano de 2001 possuíam um sistema de aquecimento contra 22% sem aquecimento.

Na avaliação do sistema de aquecimento disponível, efectuada no último formulário do censos realizado, consideraram-se os alojamentos com aquecimento central, aquecimento não central (lareiras, aparelhos fixos na parede, aparelhos móveis a electricidade, gás, etc.) e sem aquecimento. [30] Contudo, na publicação dos resultados definitivos do censos 2001, [20] apenas a informação estatística relativa aos alojamentos com e sem sistema de aquecimento foi divulgada. Nos alojamentos com sistema de aquecimento foram englobados os alojamentos com aquecimento central e não central, mas não foi divulgado o peso que cada uma destas parcelas representava nos alojamentos com aquecimento.

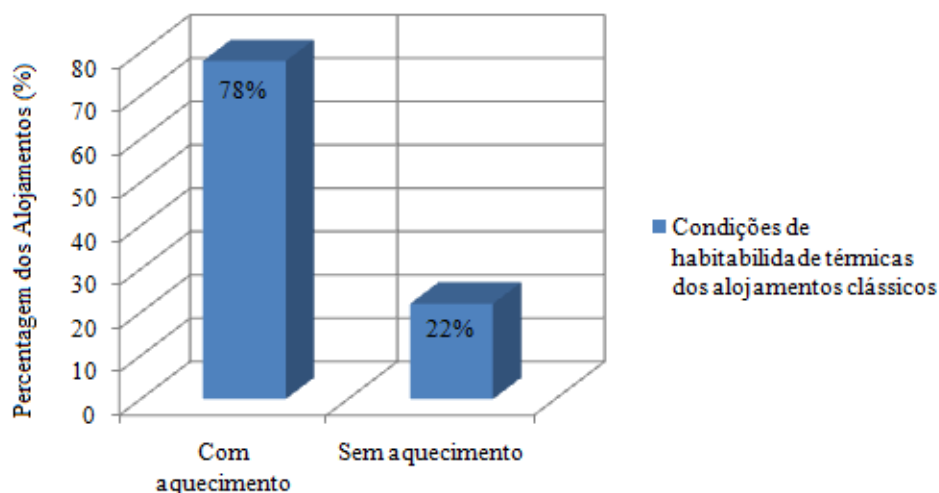


Fig. 6.18 - Número de Edifícios com e sem Aquecimento, em 2001. [20]

Da análise regional efectuada, constatou-se que ao contrário do que se passa em Portugal Continental, ambas as Regiões Autónomas, apresentam um número mais elevado de alojamentos que não possuem qualquer sistema de aquecimento, em parte devido ao clima ameno destas regiões. Em 2001, Portugal Continental apresentava 766.437 alojamentos sem qualquer tipo de sistema de aquecimento, a Região Autónoma dos Açores 49.681 e a Região Autónoma da Madeira 60.885. Ou seja, Portugal, na sua totalidade apresentava 877.003 alojamentos sem sistema de aquecimento, numa amostra total de 3.691.910 alojamentos.

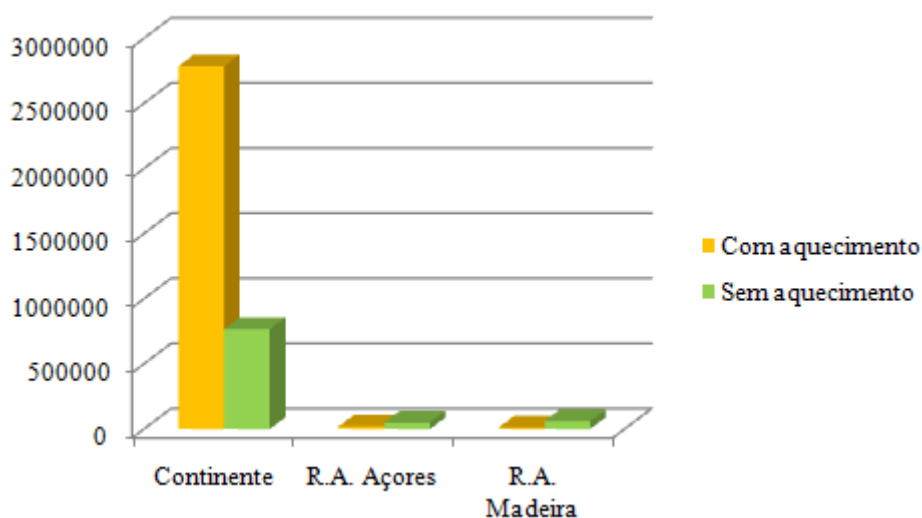


Fig. 6.19 - Número de Edifícios com e sem Aquecimento, por Região, em 2001. [20]

Analisando ao pormenor a situação de Portugal Continental, verificou-se que as regiões que possuíam mais alojamentos com um sistema de aquecimento, em 2001, eram respectivamente o Norte (934.915), Centro (752.198) e a região de Lisboa (722.751). Nas regiões do Alentejo (257.696) e Algarve (87.077), verificou-se que existiam menos alojamentos com sistema de aquecimento, muito devido aos invernos menos rigorosos que se fazem sentir nessas zonas do país.

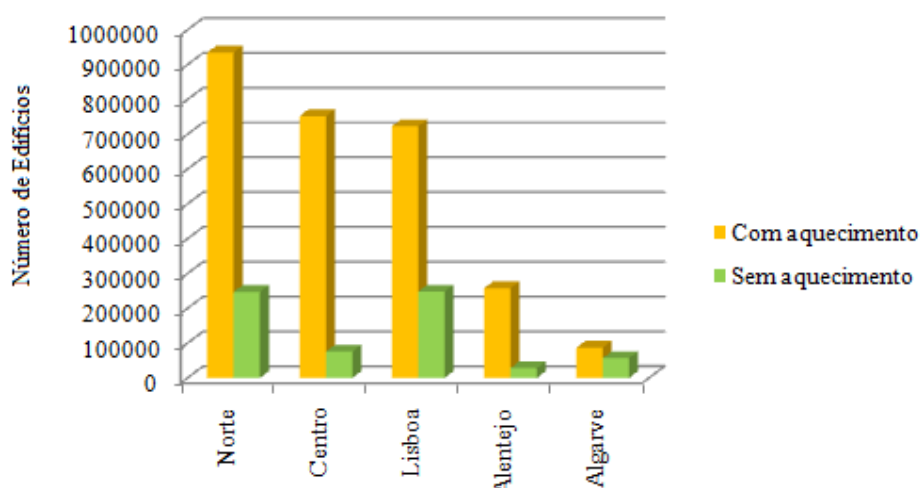


Fig. 6.20 - Número de Edifícios com e sem Aquecimento, por Região de Portugal Continental, em 2001. [20]

6.8. ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL

6.8.1. SEM NECESSIDADE DE REPARAÇÃO

Relativamente ao estado de conservação, podem distinguir-se três grandes grupos de edifícios, os sem necessidade de reparação, os com necessidade de reparação e os muito degradados. A amostra total dos edifícios considerada em Portugal, no ano de 2001, foi de 3.160.034.

Desta amostra total, 1.868.342 edifícios encontravam-se sem necessidade de reparação, 1.199.336 com necessidades de reparação, e 92.365 estavam muito degradados, como demonstra a Figura 6.21.

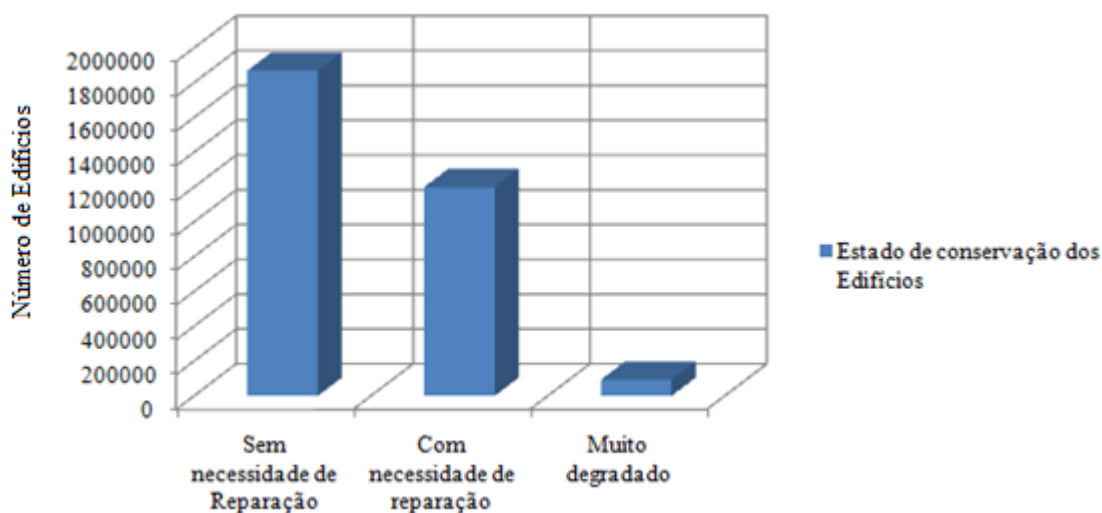


Fig. 6.21 – Número de Edifícios, por Respetivo Estado de Conservação, em 2001. [20]

Ou seja, 59% dos edifícios do parque habitacional não tinham qualquer necessidade de reparação, mas os restantes 41% estavam a necessitar de reparações ou estavam muito degradados – o que é bastante significativo - 1.291.701 edifícios em Portugal, em 2001, tinham alguma necessidade de reparação.

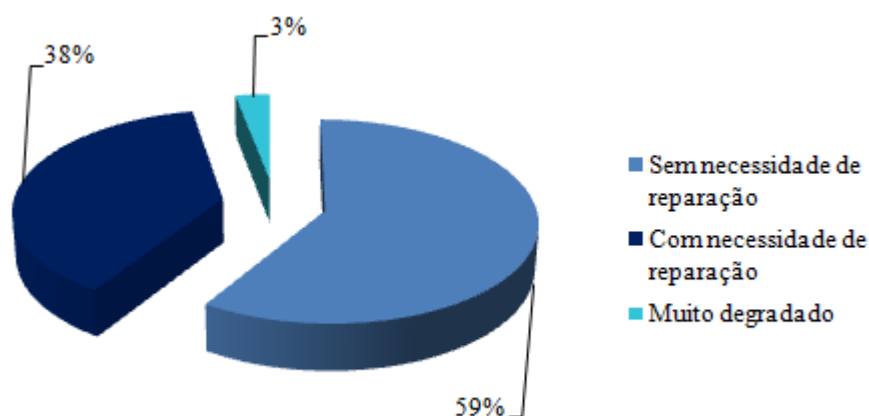


Fig. 6.22 – Percentagem do Estado de Conservação dos Edifícios, em 2001. [20]

6.8.2. COM NECESSIDADE DE REPARAÇÃO

Dos edifícios com necessidades de reparação, podem ainda fazer-se três subdivisões. Dentro do grupo que necessita de reparações, podemos ter as pequenas reparações, as médias reparações e as grandes reparações. De acordo a Figura 6.23, as pequenas reparações representam o maior grupo dos edifícios com necessidade de reparação (706.716), seguido das médias reparações (329.605) e por fim das grandes reparações (163.015).

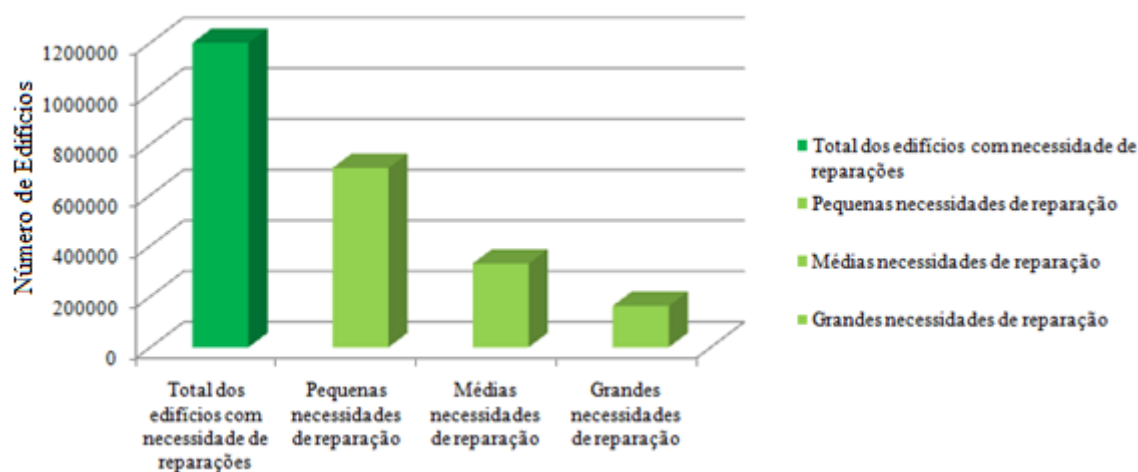


Fig. 6.23 – Caracterização dos Edifícios com Necessidade de Reparação, em 2001. [20]

O somatório das médias reparações com as grandes representava, em 2001, 41% do total de edifícios que necessitavam de reparações.

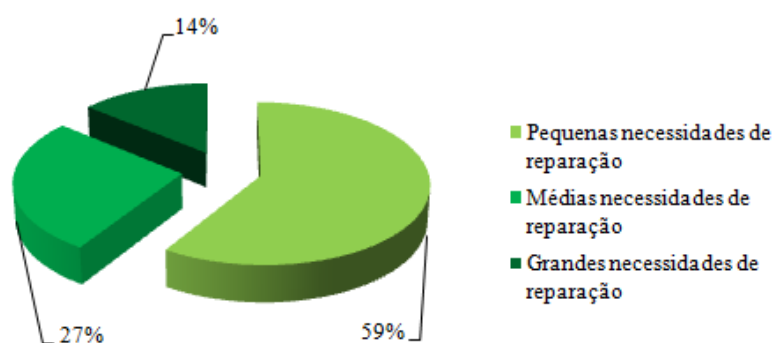


Fig. 6.24 – Percentagem dos Edifícios com Necessidade de Reparação, em 2001. [20]

Relativamente às paredes e caixilharias exteriores, numa amostra de 3.160.043 edifícios a nível nacional, constatou-se que 1.671.342 edifícios não necessitavam de nenhuma reparação nas suas paredes e caixilharias exteriores. Tal, como nos edifícios com necessidade de reparação, verificou-se que quanto maior era a reparação a fazer, menos significativo era o número de edifícios, como demonstra a Figura 6.25. Contudo, 1.488.701 edifícios necessitavam de alguma reparação nas suas paredes e caixilharias exteriores, em 2001, o que é bastante expressivo na amostra considerada.

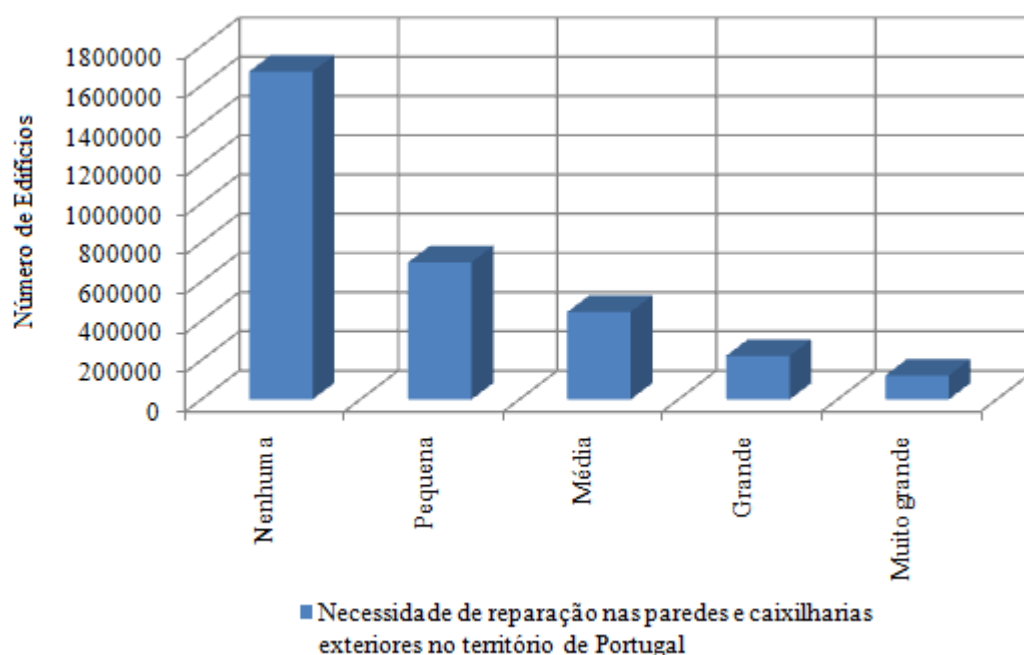


Fig. 6.25 – Necessidades da Reparação nas Paredes e Caixilharias Exteriores, em 2001. [20]

A Figura 6.26, representa as necessidades de reparar ou não as paredes e caixilharia exterior, por região de Portugal e de Portugal Continental. A região de Portugal com maior necessidade de intervenção, é Portugal Continental seguido da Região Autónoma da Madeira e por fim dos Açores.

Particularizando Portugal Continental, é o Norte que apresenta maior necessidade de reparação dos elementos exteriores, seguido da região Centro, Lisboa, Alentejo e por fim do Algarve.

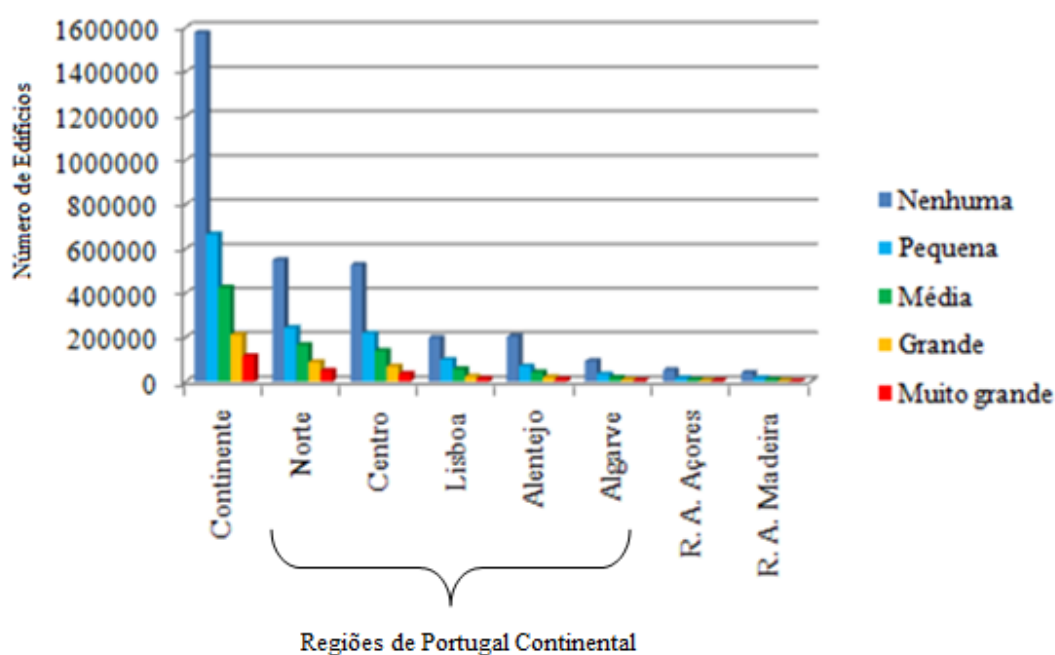


Fig. 6.26 - Necessidades da Reparação nas Paredes e Caixilharias Exteriores, por Região, em 2001. [20]

Para que melhor se percebam os valores em causa, apresenta-se de seguida o Quadro 6.3.

Quadro 6.3 – Caracterização do Estado das Paredes e Caixilharias Exteriores, por Região, em 2001. [20]

	Nenhuma	Pequena	Média	Grande	Muito grande
Continente	1576513	666595	425332	212571	116648
Norte	550546	243548	166754	89471	50010
Centro	527817	218294	139634	69709	36867
Lisboa	199417	99898	57373	24704	13128
Alentejo	204560	70517	42627	20474	11768
Algarve	94173	34338	18944	8213	4875
R. A. Açores	53636	15570	9897	5434	3048
R. A. Madeira	41193	16803	9755	4489	2559

Não existe uma definição de pequena, média ou grande reparação. De acordo com [30], como a variável necessidade de reparação não correspondia exactamente às recomendações internacionais optou-se pela realização de um processo de equivalência. Este processo, consiste no cálculo do somatório das várias respostas obtidas às três componentes da variável necessidade de reparação (estrutura, cobertura, paredes e caixilharias exteriores).

Para o cálculo desta variável, utilizaram-se as tabelas de ponderadores para a atribuição de valores de cálculo às respostas recolhidas nos questionários. Existem dois quadros de ponderadores, respectivamente para edifícios com 1 ou 2 pavimentos, ou para edifícios com 3 ou mais pavimentos.

Quadro 6.4 – Ponderadores para edifícios com 1 ou 2 pavimentos. [30]

Elementos do Edifício	Necessidade de Reparações				
	Nenhumas	Pequenas	Médias	Grandes	Muito grandes
Na estrutura	0	1,4	10,1	21,5	29
Na cobertura	0	0,5	3,1	6,7	9
Nas paredes e caixilharia exteriores	0	0,6	3,8	8,1	11

Quadro 6.5 – Ponderadores para edifícios com 3 ou mais pavimentos. [30]

Elementos do Edifício	Necessidade de Reparações				
	Nenhumas	Pequenas	Médias	Grandes	Muito grandes
Na estrutura	0	1,6	11,3	24	33
Na cobertura	0	0,2	1,1	2,3	3
Nas paredes e caixilharia exteriores	0	0,7	4,6	10	13

Após a utilização dos ponderadores no tratamento das respostas calcula-se o somatório final, para obter a classificação correspondente ao estado de conservação.

Quadro 6.6 – Quadro de Equivalência Final. [30]

Sem necessidade de reparação		Soma < 2,5
A necessitar de reparações	Pequenas	Somatório = > 2,5 e < 17,0
	Médias	Somatório = > 17,0 e < 36,3
	Grandes	Somatório = > 36,3 e < 49,0
Muito degradado		Somatório = 49,0

Contudo, como os valores são dependentes das respostas de cada pessoa a realidade pode não corresponder exactamente aos números reflectidos no Censos. Ou seja, como cada pessoa tem uma susceptibilidade diferente aquilo que para um necessita de uma pequena reparação para outro pode necessitar de uma grande reparação. Recomenda-se por isso, que os números relativos ao estado de conservação sejam observados como meros indicadores e não como uma realidade rígida.

6.8.3. EDIFÍCIOS SEM NECESSIDADES DE REPARAÇÃO *VERSUS* COM NECESSIDADE DE REPARAÇÃO *VERSUS* MUITO DEGRADADOS

A Figura 6.27 tem por objectivo comparar os edifícios que em 2001, não tinham necessidades de reparação com os que tinham necessidades de reparação e os que estavam muito degradados. Constata-se que Portugal Continental é a região do país, com maiores necessidades de reparação.

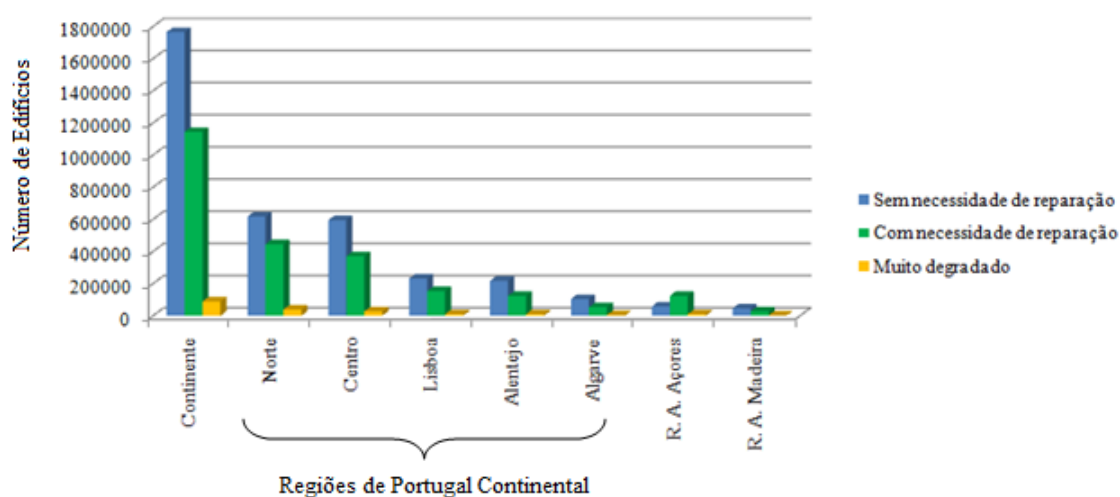


Fig. 6.27 – Comparação do Estado de Conservação, por Região, em 2001. [20]

A Figura 6.28 pretende mostrar a comparação entre os edifícios sem necessidade de reparação, com necessidades de reparação e muito degradados, de Portugal Continental.

Relativamente a cada uma dos traçados, verifica-se que os edifícios mais antigos são os que mais têm necessidades de reparação. A maioria dos edifícios construídos a partir de 1970, não apresenta necessidades de reparação, contudo nos edifícios construídos a partir de 1980 é visível um decréscimo na curva dos edifícios sem necessidade de reparação, com tendência de recuperação a partir de 1990. Esta tendência descendente verificada após 1980, está certamente associada ao *boom* de edifícios que se construíram no pós 25 de Abril, nesta época, como já referido em capítulos anteriores, privilegiou-se a quantidade à qualidade sendo esta tendência previsível.

O intervalo de tempo entre 1971 e 1980 é o que apresenta mais edifícios sem necessidade de recuperação (é de notar que esta também foi a época em que mais edifícios se construíram em Portugal). Existem duas explicações possíveis para esta situação: Há época como ainda não existiam grandes pressões construtivas, parte significativa dos edifícios era construída com alguma qualidade. Contudo, também é possível que grande parte já tenha sofrido obras de reparação e manutenção antes de 2001.

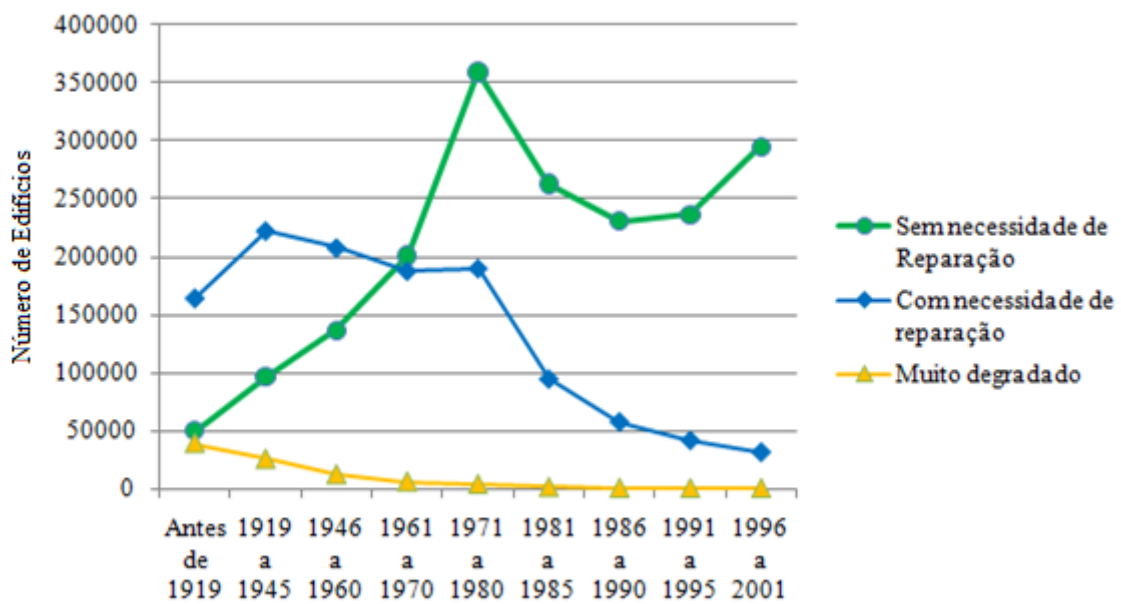


Fig. 6.28 - Comparação do Estado de Conservação, por Período de Construção, em 2001. [20]

Da observação da Figura 6.29, imediatamente se constata que o Norte liderava (pelo menos até 2001) em termos de edifícios com necessidade de reparação (que vai desde as pequenas reparações às muito grandes - no caso dos edifícios muito degradados). Independentemente do período de construção da habitação, o Norte apresenta sempre o resultado mais gravoso, apenas alcançado, no intervalo de tempo de 1919 a 1960 pela região Centro, que de resto apresentava o segundo lugar em termos de edifícios com maior necessidade de intervenção.

A região de Lisboa apresentava menor necessidade de intervenção, relativamente aos edifícios construídos antes de 1919 até 1945, por comparação com o Alentejo. Contudo, nos restantes períodos de construção verificou-se o oposto, ou seja, os edifícios construídos nas restantes décadas em Lisboa apresentavam até 2001, maior necessidade de intervenção do que os edifícios construídos nas mesmas décadas no Alentejo. O Algarve surge como a região de Portugal Continental com menor necessidade de intervenção, em 2001.

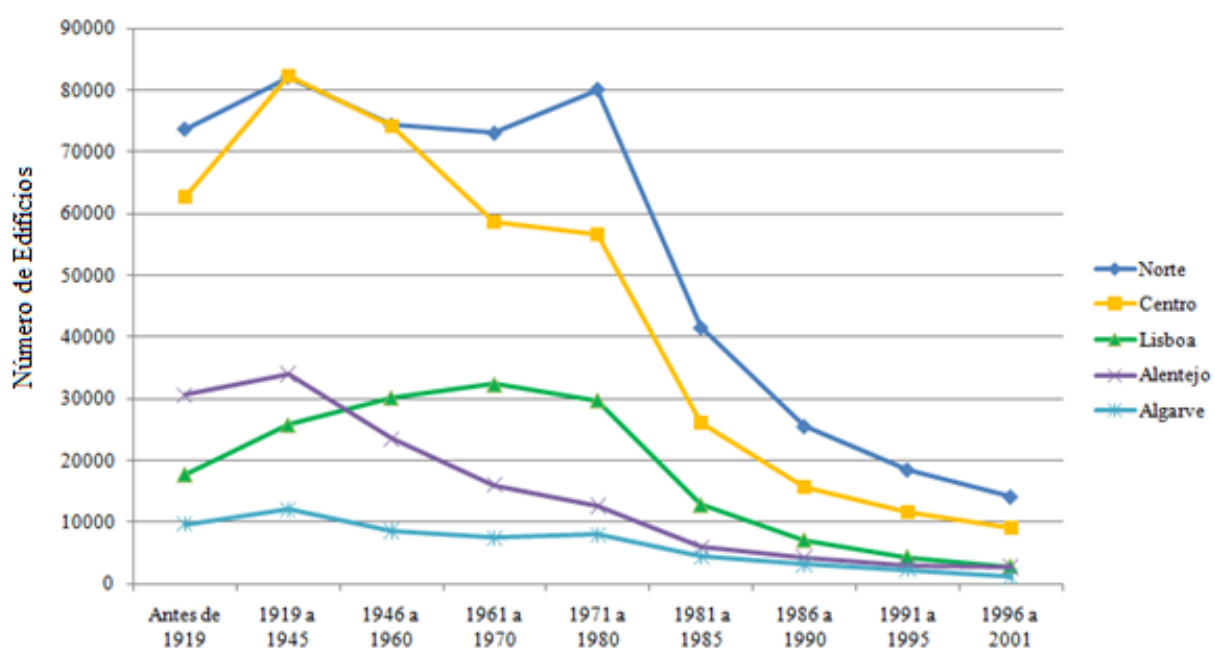


Fig. 6.29 - Comparação dos Edifícios com Alguma Necessidade de Reparação, por Região de Portugal Continental e por Período de Construção, em 2001. [20]

7

POTENCIAL DO PARQUE HABITACIONAL PARA A REABILITAÇÃO TÉRMICA DE FACHADAS COM PAINÉIS PREFABRICADOS

7.1. CRITÉRIOS PARA A IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Neste capítulo pretende-se identificar a amostra de edifícios que é mais relevante no parque habitacional para a reabilitação térmica com painéis pré-fabricados. Contudo, é necessário fazer a distinção entre edifícios e alojamentos. De acordo com [20], entende-se por edifício uma “Construção independente, compreendendo um ou mais alojamentos, divisões ou outros espaços destinados à habitação de pessoas, coberta e incluída dentro de paredes externas ou paredes divisórias, que vão das fundações à cobertura, independentemente da sua afectação principal ser para fins residenciais, agrícolas, comerciais, industriais, culturais ou de prestação de serviços.” [20]

De acordo com [20] em 2001, existiam 3.160.043 edifícios em Portugal. No entanto, e como já anteriormente referido, este número abrange edifícios que não se destinam à habitação humana. A Figura 7.1 representa as relações hierárquicas da unidade estatística Edifício.

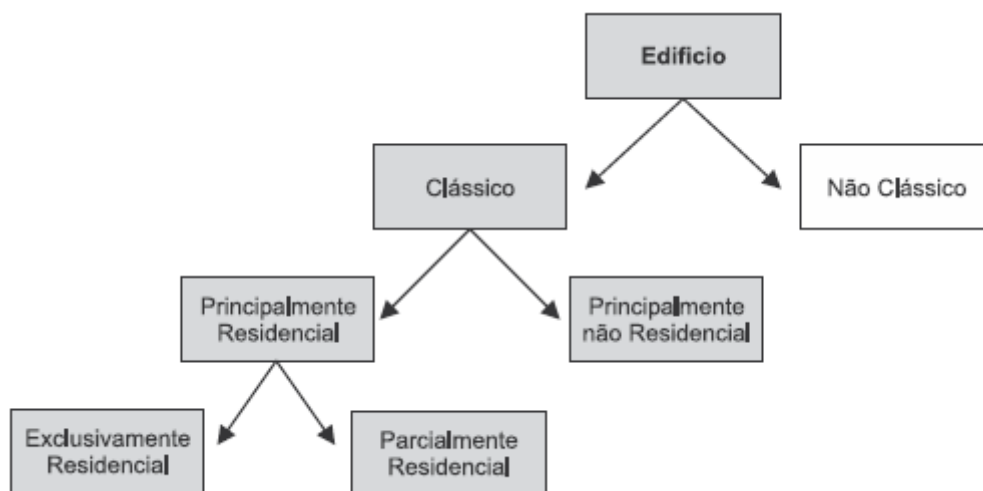


Fig. 7.1 – Relações Hierárquicas da Unidade Estatística Edifício. [30]

Para a escolha da nossa amostra, entraremos em conta com todos os edifícios clássicos principalmente residenciais (o que inclui os edifícios exclusivamente residenciais e os edifícios parcialmente

residenciais). Ficam de fora da amostra, todos os edifícios não clássicos e clássicos principalmente não residenciais. Optou-se pela exclusão destes últimos por não apresentarem relevância estatística, comparativamente com os restantes e porque a maioria da sua área útil é dedicada a outros propósitos que não a habitação residencial.

Contudo, apesar da totalidade dos edifícios estar contabilizada (3.160.043 edifícios) não existe uma contabilização específica dos edifícios clássicos principalmente residenciais. Existe, no entanto, a contabilização do número de alojamentos existentes neste tipo de edifícios, sendo por isso possível fazer uma estimativa da quantidade de edifícios.

De acordo com [20] entende-se por alojamento, “Local distinto e independente que, pelo modo como foi construído, reconstruído, ampliado ou transformado, se destina à habitação humana e, no momento censitário, não está a ser utilizado totalmente para outros fins; ou qualquer outro local que, no momento censitário, estivesse a ser utilizado como residência de pessoas.” [20] A Figura 7.2 representa as relações hierárquicas da unidade estatística Alojamento.

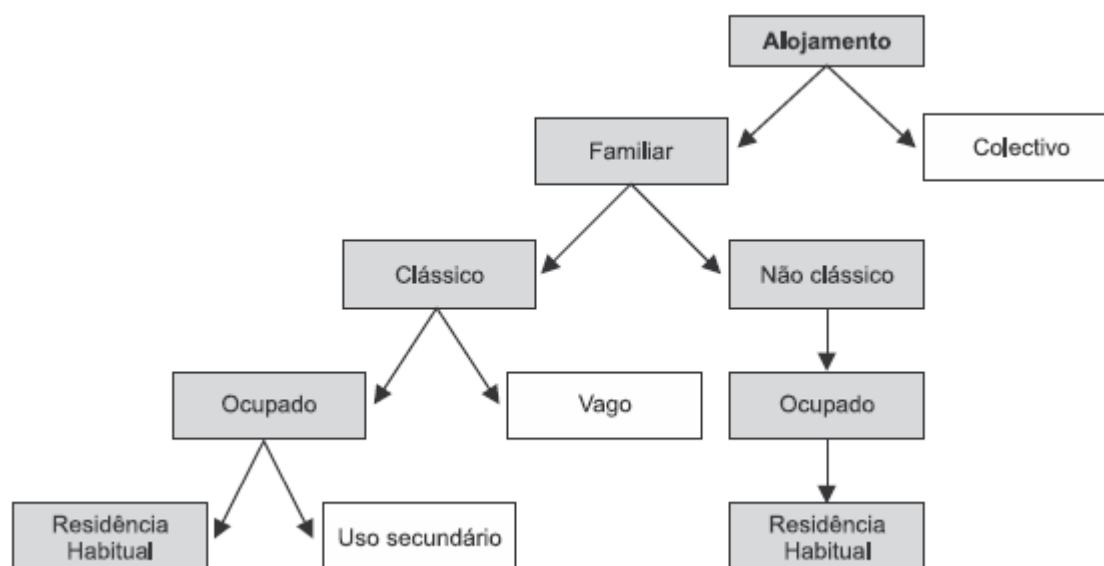


Fig. 7.2 – Relações Hierárquicas da Unidade Estatística Alojamento. [30]

Destes, foram excluídos os alojamentos colectivos, como hotéis e convivências por constituírem (como se demonstrou no ponto 6.2.3) apenas 0,20% do tipo de alojamentos que constituem o território nacional. Dos alojamentos familiares, foram considerados os alojamentos clássicos e excluíram-se os não clássicos, como barracas, casas rudimentares de madeira ou improvisadas.

Dos alojamentos familiares clássicos, consideraram-se apenas os edifícios habitacionais ocupados como residência habitual.

Para que melhor se compreenda o processo acima descrito, apresenta-se de seguida a Figura 7.3.

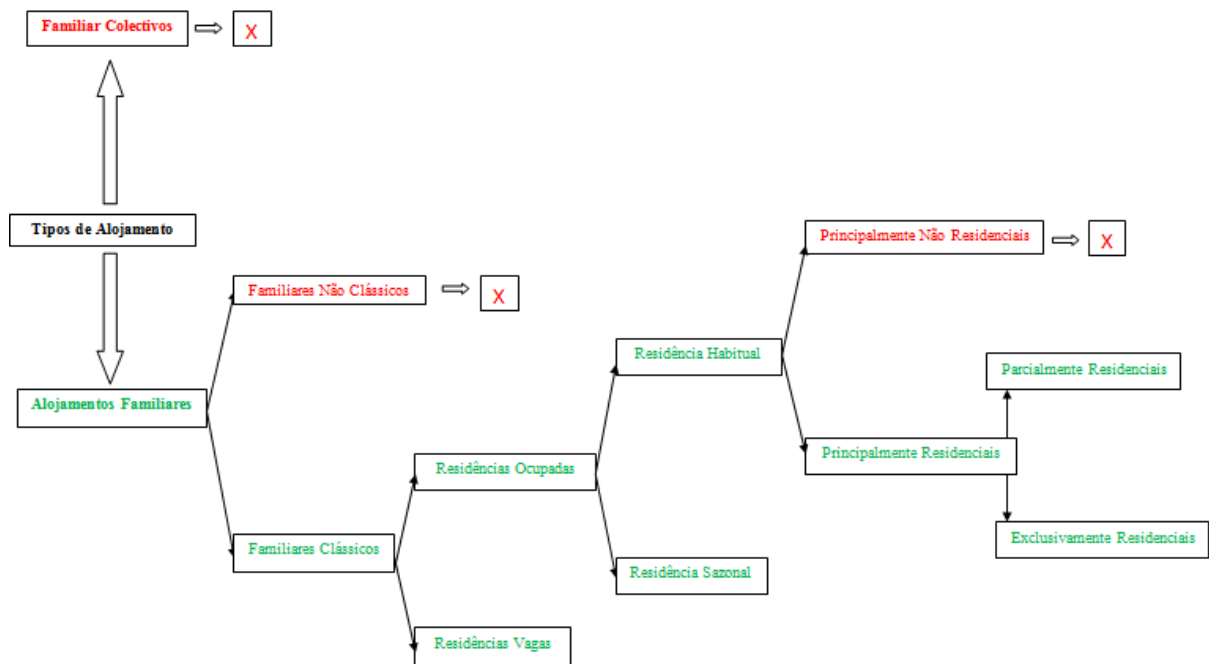


Fig. 7.3 – Análise do Parque Habitacional Português com as Opções Consideradas para a Identificação da Amostra.

7.2. IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Através da análise da Figura 7.3 é possível compreender como foi possível chegar à identificação de um número de edifícios correspondente à amostra necessária para a realização desta análise.

Partindo-se do geral foi-se caminhando para o particular, eliminando pelo caminho aqueles edifícios cujas características não eram estatisticamente relevantes comparativamente com os restantes, ou então os edifícios que pelas suas características não detinham o perfil necessário para ser enquadrados neste estudo.

De uma forma resumida, tiveram-se em consideração todos os casos identificados na Figura 7.3 a verde e excluíram-se todos os assinalados a vermelho. No final foi possível obter uma amostra com 2.483.386 edifícios, o que corresponde a 79% dos edifícios existentes no parque habitacional.

Quer para a obtenção desta amostra como para a obtenção das variáveis seguidamente enumeradas, utilizou-se como fonte apenas os resultados do último censos.

7.3. SELECÇÃO DAS VARIÁVEIS RELEVANTES PARA DETERMINAR OS CASOS TIPO

7.3.1. POR NÚMERO DE PISOS

Nesta selecção específica, optou-se por excluir os edifícios que possuíam apenas 1 piso assim como também os edifícios com 7 ou mais pisos.

A exclusão dos primeiros, está relacionada com vastíssima variabilidade arquitectónica das fachadas dos edifícios com um piso em Portugal. Esta variabilidade faz com que seja probabilisticamente impossível o desenvolvimento de um tipo de painel prefabricado com características padrão. Mesmo assumindo, que os painéis têm uma elevada componente versátil em termos de tolerâncias dimensionais, de forma e de comportamento ao nível das suas ligações, existem outros

constrangimentos para além dos arquitectónicos, como os de ordem dimensional (comprimento, largura e altura) que cada edifício possui e que são extremamente variáveis.

Como foi referido no capítulo 4, a prefabricação actual está assente num processo de industrialização, o que pressupõe que o produto (neste caso, painéis prefabricados para fachadas) deve ser produzido independentemente de quem é o seu comprador e do local onde irá ser aplicado. Isto significa que um painel prefabricado tanto deve poder ser aplicado num edifício com 4 ou 5 andares como num edifício de um piso. Descritas as variabilidades que este tipo de edifícios possui em Portugal, existe um grau de impossibilidade elevado em desenvolver painéis prefabricados de uma forma massificada a que a prefabricação obriga. A exclusão destes edifícios do presente estudo, implica ignorar cerca de 42% das habitações no território nacional, o que é bastante significativo.

Relativamente aos edifícios com 7 ou mais pisos, optou-se pela sua exclusão principalmente devido às dificuldades inerentes à montagem de qualquer elemento prefabricado a partir de determinada altura.

A montagem dos painéis prefabricados, parte do pressuposto que a mesma deve ser realizada de uma forma rápida, sem recurso a meios muito pesados, como guas sendo que quanto mais pesados e aparatosos forem os dispositivos necessários à montagem, maior é o custo de cada painel (o preço unitário de cada painel reflecte todo o processo, desde as matérias primas utilizadas na produção aos dispositivos de elevação e montagem) pelo que um camião grua deve ser suficiente para a montagem dos mesmos.

Ao excluir deste estudo os edifícios com 7 ou mais andares, automaticamente está-se a desprezar 0.9% dos edifícios do parque habitacional.

7.3.2. ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS PAREDES E CAIXILHARIAS EXTERIORES

Em 2001, existiam 1.291.701 edifícios com necessidade de reparação (pequena, média ou grande) e em estado muito degradado. Contudo, mesmo sabendo quantos são os edifícios que existem no parque habitacional a necessitar de intervenção, isso não nos diz especificamente aonde é que a intervenção é necessária.

Desde a cobertura, às paredes exteriores até mesmo à estrutura, qualquer uma das partes pode necessitar de reparação. Por esse motivo, decidiu-se aprofundar o estudo desta variável e considerar dentro do grupo dos edifícios a necessitar de reparação, os que estavam a necessitar de reparações (pequenas, médias, grandes e muito grandes) na parede e caixilharia exterior. Em Portugal no ano 2001, existiam cerca de 1.488.701 edifícios nestas condições.

7.3.3. ANO DE CONSTRUÇÃO

A variável ano de construção foi combinada com cada uma das anteriores para se obter a caracterização estatística de cada uma delas, tendo em conta os períodos de tempo definidos neste subcapítulo. Nesta variável optou-se por eliminar todos os edifícios construídos antes de 1919 e depois de 1990 (os edifícios no intervalo de tempo de 1991 a 2001 foram excluídos).

Não se incluíram neste estudo aqueles edifícios que se consideraram demasiado antigos ou recentes. Optou-se pela exclusão destes últimos, pois durante o referido período de construção a utilização de isolantes térmicos na envolvente exterior dos edifícios já era uma prática construtiva corrente. Para além deste motivo e de acordo com a análise da Figura 6.28 do ponto 6.8.3. do capítulo anterior,

constata-se que os edifícios construídos neste intervalo de tempo são os que apresentam menor necessidade de reparações de uma forma geral.

7.4. IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS CASOS TIPO

A partir da caracterização da amostra e da definição das variáveis que são empregues no estudo, realizou-se o procedimento representado na Figura 7.4.

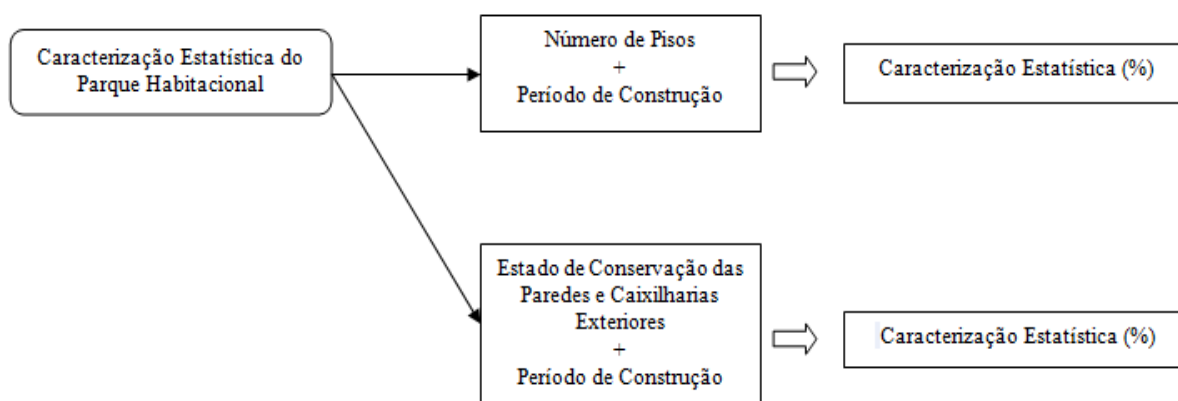


Fig. 7.4 - Caracterização Estatística com base nas Variáveis Definidas.

Desta forma conjugando o número de pisos e as condições de conservação das paredes e caixilharias exteriores, respectivamente no período de construção definido entre 1919 e 1990, obtêm-se a caracterização estatística pretendida. A Figura 7.5 representada pretende ilustrar o processo seguido.

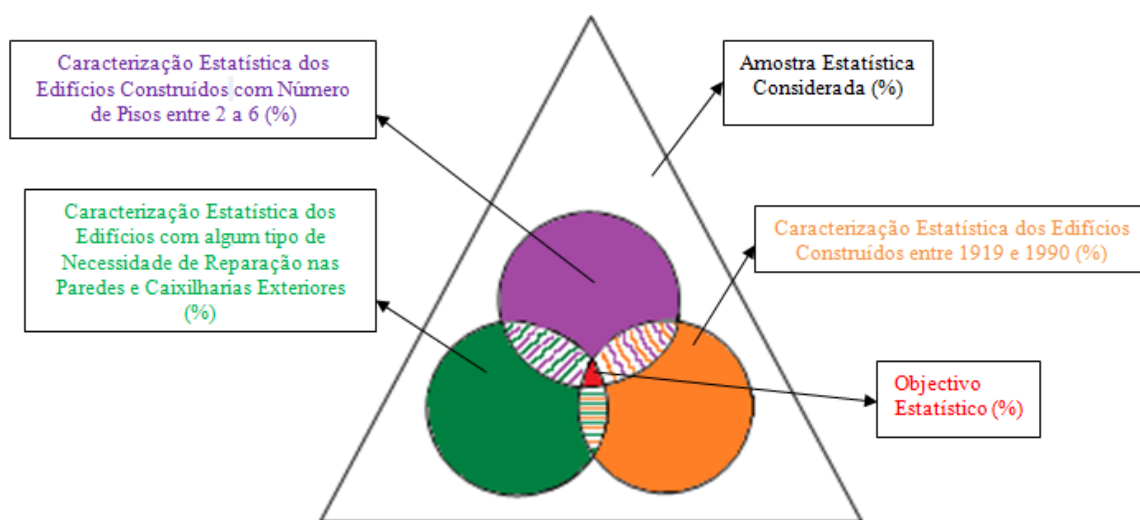


Fig. 7.5 – Representação das Variáveis Adoptadas e das suas Interligações até à Determinação daquele que é o Objectivo Estatístico.

Dentro da amostra considerada (2.483.386 edifícios), apenas 47,39% tem algum tipo de necessidade de reparação da parede ou das caixilharias exteriores (Quadro 7.1).

Quadro 7.1 - Caracterização Estatística dos Edifícios com Necessidade de Reparação nas Paredes e Caixilharia Exteriores, por Período de Construção.

Período de Construção	Número de Edifícios com Necessidade de Reparação na Parede e Caixilharia Exterior
1919-1945	261.625
1946-1960	241.868
1961-1970	224.457
1971-1980	241.077
1981-1985	127.064
1986-1990	80.797
	$\Sigma = 1.176.888$

Considerando apenas os edifícios que tem mais de 1 piso e menos de 7 construídos entre 1919 e 1990, concluiu-se que se tratam de cerca de 1.282.107 edifícios, o que corresponde a 51,63% da nossa amostra (2.483.386 edifícios).

Quadro 7.2 - Caracterização Estatística dos Edifícios de 2 a 6 pisos, por Período de Construção.

Período de Construção	Número de edifícios com 2 a 6 pisos
1919-1945	151.008
1946-1960	164.182
1961-1970	207.191
1971-1980	333.812
1981-1985	233.377
1986-1990	192.537
	$\Sigma = 1.282.107$

Pudemos identificar 3 grandes conjuntos, são eles:

Edifícios construídos entre 1919 e 1990 – Conjunto A

Edifícios a necessitar de reparação nas paredes e caixilharias exteriores – Conjunto B

Edifícios com número de pisos entre 2 a 6 – Conjunto C

Conhecemos $A \cap B$ e $A \cap C$ e pretendemos $(A \cap B) \cap C$, que é a parte representada a vermelho, na Figura 7.6.

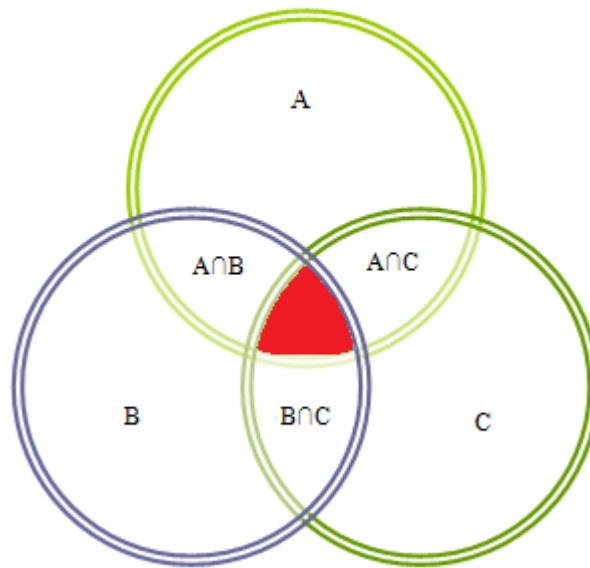


Fig. 7.6 – Representação das Variáveis Adoptadas.

Como se pode ver pela figura, para conhecer $(A \cap B) \cap C$ teríamos de conhecer também $B \cap C$. No entanto, não existe informação estatística relativa ao conjunto $B \cap C$. Por esse motivo, realizou-se a seguinte estimativa:

$$\frac{A \cap B}{\text{Amostra}} = \frac{1.176.888}{2.483.386} = 0,474 = 47,4\% \quad (1)$$

Admitindo que se pode aplicar esta percentagem ao conjunto $A \cap C$:

$$0,474 \times 1.282.107 = 607.596 \text{ Edifícios} \quad (2)$$

Através desta estimativa, conclui-se que 607.597 edifícios (estimados) com 2 a 6 pisos construídos entre 1919 e 1990, tinham necessidades de reparação nas suas paredes e caixilharias exteriores. Este valor representa 24,47% da amostra considerada.

8

MORFOLOGIA E GEOMETRIA DAS FACHADAS

8.1. TIPOS DE MORFOLOGIA DAS FACHADAS

8.1.1. INTRODUÇÃO

A morfologia pressupõe o estudo da forma ou aparência externa das fachadas. Assim para se determinar a morfologia das fachadas, observou-se macroscopicamente determinado tipo de edifícios que se englobavam nas variáveis estabelecidas no capítulo anterior, nomeadamente:

- Edifícios com 2 a 6 pisos;
- Construídos entre 1919 e 1990;
- Com necessidades de reparação nas suas paredes e caixilharias exteriores.

Em relação à última variável mencionada interessa referir que enquanto em alguns edifícios a necessidade de reparações é evidente noutros não é tanto. Por esse motivo escolheram-se edifícios que não tivessem sido alvo de intervenções recentes na sua fachada.

Observaram-se cerca de 132 edifícios em 9 concelhos da Área Metropolitana do Porto, que doravante será mencionada como A.M.P. Destes 132 edifícios observaram-se 1790 aberturas, o que constitui uma amostra significativa, contudo este resultado não corresponde ao total de aberturas destes edifícios pois apenas foi possível observar na maioria dos casos a parte da fachada, sendo que no entanto também a parte traseira do edifício possui aberturas.

Para além da observação e classificação das aberturas, foram também avaliados aspectos geométricos como as dimensões e a constituição das fachadas e a topologia das mesmas.

8.1.2. DIMENSÕES

Através da observação no terreno constatou-se que as dimensões em comprimento e altura de uma fachada são extremamente variáveis. Dependem antes de mais do tamanho do lote de terreno, mas também de constrangimentos e deliberações arquitectónicas.

A ficha n.º 1 apresentada no Anexo F1, é referente à identificação do edifício. Nesta constam elementos referentes ao mesmo, como a sua posição, orientações, cor da fachada, se é de carácter exclusivamente residencial ou não, entre outros.

8.1.3. CONSTITUIÇÃO

A maioria das aberturas que constituem a fachada são janelas e portas. Contudo estes elementos não estão constantemente isolados, aparecendo muitas vezes associados a elementos topográficos das fachadas descritos em pormenor no próximo subcapítulo, nomeadamente janelas ou portas atrás de varandas.

Para além do tipo de abertura, muitos outros parâmetros relacionados com as aberturas da fachada existem para avaliar como: a configuração vertical, a configuração horizontal, e ainda o material da caixilharia dessas aberturas, entre outros.

A ficha n.º 2 presente no Anexo F2, foi desenvolvida com todos os parâmetros acima mencionados para facilitar a classificação das aberturas realizada no subcapítulo 8.4.

8.1.4. TOPOLOGIA

O conceito de topologia em engenharia está associado à posição dos elementos. Este subcapítulo pretende avaliar os elementos salientes da fachada, como varandas e elementos de sombreamento.

Não existem dados estatísticos oficiais relativamente à percentagem de edifícios com varandas. Contudo, através da observação de uma amostra aleatória de 132 edifícios realizada na A.M.P. constatou-se que a esmagadora maioria dos edifícios possui varanda. Independentemente, de se tratar de edifícios multifamiliares ou unifamiliares, as varandas são uma presença constante nas fachadas dos edifícios Portugueses construídos no intervalo de tempo considerado.

Para avaliar com rigor a constituição de uma varanda é necessário conhecer os seguintes elementos:

- Posição na fachada;
- Materiais de Construção;
- Constituição Estrutural.

Mas, para além dos acima mencionados existem outros aspectos que variam como o comprimento, a largura, o tipo e material da guarda, entre outros.

Apenas com informação detalhada, nomeadamente através das peças escritas e desenhadas dos projectos de vários edifícios é possível realizar uma análise mais exaustiva sobre a constituição das varandas. Como não se dispunha destes elementos optou-se por realizar uma análise visual macro das fachadas dos edifícios. Dos três elementos acima mencionados, esta análise apenas permite avaliar a posição na fachada das varandas.

Dos 132 edifícios observados em 9 concelhos da A.M.P. 124 possuíam varandas na sua fachada. Sendo que em alguns destes concelhos a totalidade da amostra local tinha varandas. Este dado, não significa que de facto a totalidade dos edifícios desses concelhos possuam varandas, trata-se de amostra indicativa que indicia que grande parte dos edifícios alvo apresenta na sua fachada este tipo de elemento.

Através da observação da amostra, constatou-se relativamente à posição na fachada que a maioria das varandas ou está projectada (Figura 8.1) ou está totalmente integrada no edifício (Figura 8.2). Na realidade a primeira posição referida, representa cerca de 64% da amostra considerada enquanto a segunda posição mencionada constitui cerca de 20% da amostra (124 edifícios).



Fig. 8.1 - Varanda Projectada Relativamente à Fachada do Edifício.



Fig. 8.2 - Varanda Integrada na Fachada do Edifício.

Existem, no entanto situações em que a varanda não está totalmente integrada no edifício, mas parcialmente (Figura 8.3). Apesar de na amostra não serem os casos mais predominantes. Este caso representa 15% da amostra.



Fig. 8.3 - Varanda Parcialmente Projectada na Fachada do Edifício.

Contudo, para além das varandas existem outros elementos que caracterizam a topologia de uma fachada como os elementos de sombreamento. Em muitos edifícios podem-se encontrar elementos horizontais de sombreamento, verticais de sombreamento ou ambos (Figura 8.4).



Fig. 8.4 – Elementos de Sombreamento Horizontal e Vertical de um Edifício.

As varandas (quando projectadas ou parcialmente projectadas) actuam como elementos de sombreamento horizontais das aberturas que lhe são imediatamente inferiores, substituindo as palas horizontais (Figura 8.5).



Fig. 8.5 – Varandas Actuando como Elementos de Sombreamento Horizontal.

8.2. ANÁLISE DO POTENCIAL DE APLICAÇÃO DAS SOLUÇÕES PADRÃO IDENTIFICADAS

Para se determinar o potencial de aplicação dos painéis prefabricados em fachadas (de edifícios que cumpram as três variáveis do capítulo anterior) procedeu-se à contagem do número de aberturas que uma fachada de um determinado edifício possuía.

O processo foi desenvolvido em duas etapas distintas, na primeira contabilizou-se uma grande amostra de edifícios que se localizavam em determinados concelhos da A.M.P.

Na segunda contagem, a amostra de edifícios foi mais reduzida. Contudo, os edifícios contabilizados também se localizavam na área geográfica anteriormente referida mas em diferentes concelhos dos da amostra inicial. Com a contabilização realizada em duas fases distintas, pretende-se determinar se as aberturas mais frequentes na primeira amostra correspondem ou não às aberturas mais frequentes da segunda amostra de edifícios.

De seguida, expõe-se o procedimento efectuado para a determinação da primeira amostra. Nesta amostra, foram contabilizadas 1282 aberturas em 93 edifícios. Nomeadamente 69 edifícios no Porto, 14 edifícios na Póvoa de Varzim e 10 edifícios em Vila do Conde.

Cada uma destas 1282 aberturas foi avaliada em três parâmetros distintos. Estes parâmetros estão organizados na ficha n.º 2 presente em Anexo. O primeiro parâmetro classificável denomina-se por tipo de abertura. Neste parâmetro é possível distinguir três tipos de opções de abertura. Cada abertura apenas poderá ser incluída numa e numa só classificação (Figura 8.6).

Janela	Cód. 1	<input type="checkbox"/>
Janela atrás de varanda	Cód. 2	<input type="checkbox"/>
Porta atrás de varanda	Cód. 3	<input type="checkbox"/>

Fig. 8.6 – Parâmetros de Avaliação do Tipo de Abertura.

O segundo parâmetro considerado é a configuração vertical das janelas. Neste parâmetro pretende-se avaliar se existe ou não alinhamento entre as aberturas. Se a fiada de aberturas mantém sempre a mesma direcção classifica-se a configuração vertical com o código 1, se não existir alinhamento então estamos perante um caso classificável com o código 2 (Figura 8.7).

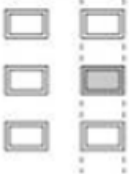
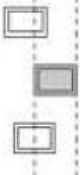
Aberturas Alinhadas	Cód. 1		Aberturas Não Alinhadas	Cód. 2	
					

Fig. 8.7 – Parâmetros de Avaliação da Configuração Vertical das Aberturas. [27]

Por fim o terceiro parâmetro, avalia a configuração horizontal das janelas. Existem 11 possibilidades de posição da abertura em estudo relativamente às restantes, sendo possível classificar cada abertura com apenas um código. A Figura 8.8 demonstra as configurações horizontais possíveis:

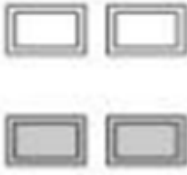

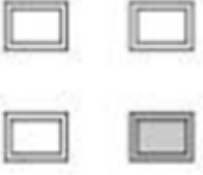
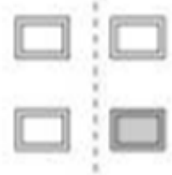







Aberturas próximas	Cód. 1	Abertura em posição intermédia	Cód. 2	Aberturas afastadas	Cód. 3	Abertura junto a edifício contíguo	Cód. 4
							
Abertura saliente	Cód. 5	Abertura junto a saliência do edifício	Cód. 6	Abertura em reentrância do edifício	Cód. 7	Abertura em saliência do edifício	Cód. 8
							
Abertura que ocupa toda a parte saliente (marquise)	Cód. 9	Abertura junto a varanda	Cód. 10	Abertura entre varandas	Cód. 11		
							

Fig. 8.8 – Parâmetros de Avaliação da Configuração Horizontal das Aberturas. [27]

Contudo, através da visualização dos edifícios no terreno constatou-se que uma abertura podia adequar-se a mais do que um código. Nestes casos, optou-se por se considerar o critério mais condicionante para a aplicação dos painéis prefabricados.

Relativamente à distância entre aberturas, não existiu um critério dimensional para definir se as aberturas eram próximas ou afastadas. Contudo, esta classificação realizou-se com base na observação visual das aberturas e julgando com bom senso o espaço de fachada que intervalava as mesmas. As

figuras 8.9 e 8.10 correspondem respectivamente, a exemplos de aberturas próximas e afastadas que foram consideradas neste estudo.



Fig. 8.9 – Exemplo de Edifício com Aberturas Próximas.



Fig. 8.10 – Exemplo de Edifício com Aberturas Afastadas.

Apesar da maioria das aberturas ser intuitivamente classificável, existiram efectivamente situações em que houve lugar a dúvidas. Contudo nestes casos entrou-se em linha de conta com a área da abertura, ou seja ter à mesma distância aberturas com 1 m² ou com 1, 5 m² não é igual.

O código final, é o conjunto dos códigos de cada parâmetro. Foi possível determinar 27 tipos de combinações, através dos códigos individuais dos três parâmetros mencionados. No próximo quadro expõem-se todas as combinações determinadas e o respectivo número de aberturas correspondente a que está associada uma percentagem.

Quadro 8.1 – Caracterização das Aberturas da Primeira Amostra.

Código da Abertura	Número de Ocorrências	Percentagem (%)
111	129	10,1
112	16	1,2
113	337	26,3
114	45	3,5
115	3	0,2
116	18	1,4

118	41	3,2
119	12	0,9
121	17	1,3
123	16	1,3
211	62	4,8
212	1	0,1
213	5	0,4
214	4	0,3
217	75	5,9
218	8	0,6
311	73	5,7
312	7	0,5
313	128	10,0
314	8	0,6
316	12	0,9
317	149	11,6
318	4	0,3
321	2	0,2
323	2	0,2
1110	70	5,5
1111	36	2,8
1210	2	0,2
Total	1282	100%

Destes 27 tipos de combinações, excluíram-se os que tinham pouca representatividade (17 casos), ou seja todos aqueles que eram inferiores a 3% da amostra. Restaram 10 combinações representadas no Quadro 8.1 a sombreado, sendo a combinação 113 a mais significativa com 26,3% da primeira amostra.

Relativamente à segunda amostra foram contabilizadas 508 aberturas em 39 edifícios. Nomeadamente 7 edifícios em Espinho, 6 edifícios em Vila Nova de Gaia, 7 edifícios em Valongo, 10 edifícios na Maia, 6 edifícios em Matosinhos e 3 edifícios em Santa Maria da Feira.

A avaliação das aberturas foi efectuada exactamente com os mesmos parâmetros e com o mesmo procedimento que as aberturas da primeira amostra de edifícios. Contudo, também os edifícios desta segunda amostra tinham que cumprir as três variáveis estabelecidas no capítulo anterior.

Após a classificação de todas as aberturas, estas foram contabilizadas e apresentam-se no seguinte quadro:

Quadro 8.2 – Caracterização das Aberturas da Segunda Amostra.

Código da Abertura	Número de Ocorrências	Percentagem (%)
111	31	6,1
112	2	0,4
113	165	32,5
114	3	0,6
116	3	0,6
117	1	0,2
118	18	3,5
119	2	0,4
121	9	1,8
211	46	9,1
213	12	2,4
217	2	0,4
311	56	11,0
313	86	16,9
317	28	5,5
1110	41	8,0
1111	2	0,4
1112	1	0,2
Total	508	100%

Tal como se tinha procedido anteriormente não se consideraram as combinações com percentagem inferior a 3%. O que significa que das 18 combinações iniciais apenas 8 combinações (apresentadas no Quadro 8.2 a sombreado) são consideradas. A combinação mais frequente nesta segunda amostra considerada também corresponde ao código 113, tal como na primeira amostra de edifícios. De referir ainda que todos estes 8 códigos que foram considerados na segunda amostra também estão presentes entre os da primeira.

Contudo, como a segunda amostra é mais pequena existem códigos que não estão presentes no Quadro 8.2 que estavam presentes no Quadro anterior a esse. Por esse motivo expõem-se de seguida o Quadro 8.3, que na coluna mais à esquerda apresenta todos os códigos do total das duas amostras.

Quadro 8.3 – Caracterização Total das Aberturas.

Código da Abertura	Número de Ocorrências	Porcentagem (%)
111	160	8,9
112	18	1,0
113	502	28,0
114	48	2,7
115	3	0,2
116	21	1,2
117	1	0,1
118	59	3,3
119	14	0,8
121	26	1,4
123	16	0,9
211	108	6,0
212	1	0,1
213	17	1,0
214	4	0,2
217	77	4,3
218	8	0,4
311	129	7,2
312	7	0,4
313	214	12,0
314	8	0,4
316	12	0,7
317	177	9,9
318	4	0,2
321	2	0,1
323	2	0,1
1110	111	6,2
1111	38	2,1
1210	3	0,2
Total	1790	100%

Determinadas as percentagens associadas a cada código final é possível obter uma estimativa do número potencial de aberturas, alvo de reabilitação térmica com os tipos de painéis prefabricados definidos no estudo internacional *IEA ECBCS Annex 50* e representados nas Figuras 8.11, 8.12 e 8.13.

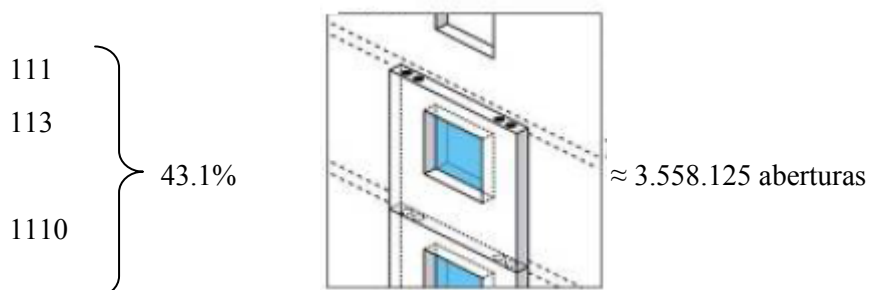


Fig. 8.11 – Avaliação do Potencial de Aplicação de Painéis Prefabricados Planos. [27]

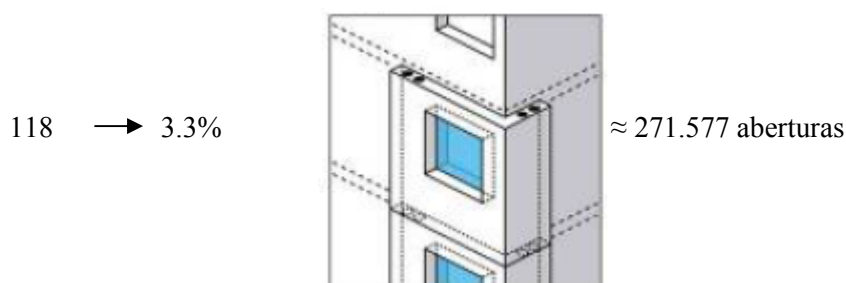


Fig. 8.12 – Avaliação do Potencial de Aplicação de Painéis Prefabricados não Planos. [27]

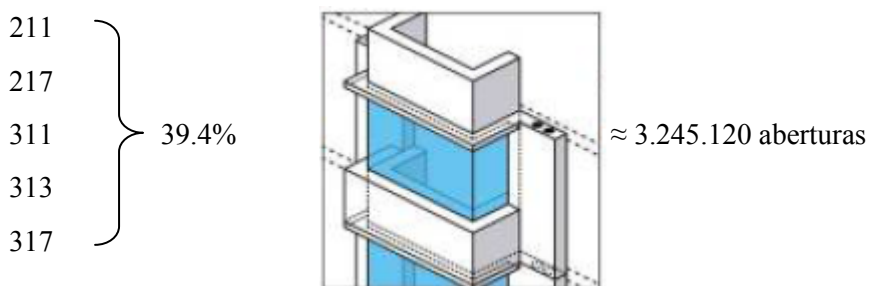


Fig. 8.13 – Avaliação do Potencial de Aplicação de Painéis Prefabricados para Criação de Espaços Interiores Fechados. [27]

Para melhor se compreender os resultados obtidos é necessário esclarecer que as percentagens foram obtidas através do somatório das percentagens dos respectivos códigos. Estas percentagens dizem respeito à amostra de 132 edifícios recolhidas *in loco*.

Contudo, o número de aberturas e potenciais painéis prefabricados a produzir a que se chegou, foi uma estimativa realizada a partir das percentagens conhecidas para os 607.597 edifícios determinados no subcapítulo 7.4. Foi possível estabelecer esta estimativa entre os 132 edifícios recolhidas *in loco* e os 607.597 edifícios determinados, pois na realidade os primeiros correspondem a uma amostra dos segundos, dado que ambos cumprem os requisitos das três variáveis definidas.

Não se pode afirmar que 43,1% dos painéis representados na Figura 8.11 podem ser aplicados à totalidade do parque habitacional, estes 43,1% correspondem sim à taxa de aplicação estimada para a amostra dos 607.597 edifícios. O mesmo se aplica aos restantes painéis.

9

CONCLUSÃO

9.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o trabalho desenvolvido, podem-se constatar algumas conclusões já expectáveis enquanto outras nem por isso.

Portugal apresenta uma parte significativa do seu parque habitacional a necessitar de intervenções de reabilitação, isto em muito devido ao congelamento das leis de arrendamento e ao incentivo do crédito habitação. Simultaneamente Portugal, é dos países que menos investe em reabilitação comparativamente com os seus pares Europeus.

Não existem soluções milagrosas para a resolução deste problema. É necessária uma conjugação de factores, não bastam incentivos governamentais pontuais nem é o financiamento que resolverá tudo por si só, se bem que sem este nada é possível fazer.

É necessário antes de mais consciencializar, desde a classe política ao cidadão comum para a questão da reabilitação. Reabilitar é muito mais do que preservar edifícios é lembrar e respeitar a identidade dos locais onde esses edifícios se inserem.

Em Portugal ainda não existe esta cultura de uma forma visível, talvez porque durante demasiado tempo as condições para construção de edifícios novos foram bastante favoráveis.

Particularmente, nestes últimos anos tem surgido uma nova dinâmica essencialmente devido a algumas iniciativas de cariz governamental. Contudo, a maioria do parque habitacional Português está mão de particulares, e como tal é a estes e não ao Estado que compete reabilitar o seu património. No entanto o estado não se deve alhear como tem feito até agora, deve ter um papel interventivo no sentido de regular e legislar este sector para que os particulares se sintam motivados a investir o seu capital na reabilitação do seu património.

Apesar da percentagem dos trabalhos de reabilitação estar a sentir um ligeiro acréscimo, como já foi referido devido às iniciativas governamentais na realidade é aos privados que compete introduzir uma nova dinâmica no sector da reabilitação. Daí ser fundamental sensibilizar e consciencializar os proprietários privados, porque é deles a maioria do património que necessita de reabilitação e porque são eles que têm o capital disponível para investir.

Este trabalho é sobre reabilitação térmica de fachadas pelo que não se debruça meramente sobre reabilitação. Contudo, é fundamental perceber o contexto e as causas dos problemas do sector da reabilitação, pois na sua essência não deixa de ser um trabalho sobre reabilitação.

Já existem inúmeras formas de reabilitar termicamente fachadas. O projecto internacional *IEA ECBCS Annex 50* no âmbito do qual faz parte este trabalho, propõe que a reabilitação térmica das fachadas seja feita através de uma técnica inovadora com recurso a painéis prefabricados. No entanto quer

devido às especificidades da indústria da prefabricação quer devido às especificidades do próprio mercado de reabilitação, para que existam condições de sucesso para a aplicação desta nova técnica foi necessário avaliar o parque habitacional por forma determinar se existia um determinado número de edifícios representativos para a sua aplicação ou não.

Foi necessário elaborar um aprofundado estudo sobre a realidade do parque habitacional Português de uma forma geral, saber quantos edifícios existiam, com quantos pisos, quando tinham sido construídos, entre outros aspectos analisados no capítulo 6. Em 2001, existiam em Portugal 3.160.043 edifícios, no entanto nem todos tinham condições para fazer parte deste estudo.

Para melhor balizar os edifícios com potencial interesse para este estudo estabeleceram-se 3 variáveis:

- Edifícios com 2 a 6 pisos;
- Construídos entre 1919 e 1990;
- Com necessidades de reparação nas suas paredes e caixilharias exteriores.

Conclui-se que em 2001 existiam 607.597 edifícios que potencialmente poderiam ser alvo de uma reabilitação térmica da sua fachada com recurso a painéis prefabricados. No entanto para ir ao fundo da questão não chega saber o número de edifícios potencialmente alvo de reabilitação. Como se trata de uma reabilitação com recurso a soluções prefabricadas, foi necessário realizar uma estimativa do número de painéis a desenvolver de forma a determinar a viabilidade ou não desta técnica.

A escolha de um determinado tipo de painel está associada à padronização e forma das aberturas. Como não existe informação estatística disponível, optou-se por realizar um estudo *in loco* observando e codificando as aberturas. Para que este estudo tivesse alguma credibilidade procedeu-se à recolha de elementos numa área geográfica, a mais ampla possível, no entanto confinada aos limites da A.M.P. Observaram-se 132 edifícios escolhidos aleatoriamente mas que cumprissem as variáveis em cima descritas, em 9 concelhos que se consideraram ser dos mais urbanos.

A observação foi realizada em duas fases, com o objectivo de tentar perceber se existia alguma correspondência entre as aberturas mais frequentes da primeira amostra e da segunda amostra de edifícios. A primeira amostra de edifícios observada foi realizada nos concelhos do Porto, Póvoa de Varzim e Vila do Conde, onde se contabilizaram 1282 aberturas em 93 edifícios. A segunda amostra foi realizada nos concelhos de Espinho, Vila Nova de Gaia, Valongo, Maia, Matosinhos e Santa Maria da Feira, onde se contabilizaram 508 aberturas em 39 edifícios. Constatou-se que efectivamente existia uma correspondência entre os códigos finais mais frequentes da primeira e segunda amostra de aberturas dos edifícios observados.

Sabendo-se o número de edifícios alvo potencial de reabilitação térmica de fachadas com recurso a painéis prefabricados através de uma estimativa determinou-se o número de aberturas em que aplicaria determinado tipo de painel.

Conclui-se que existem três tipos de painéis com maior probabilidade de empregabilidade, tendo sido estimada a aplicação potencial de 7.074.822 painéis prefabricados.

Por fim, conclui-se não só existe potencial para a reabilitação como existe potencial para a reabilitação térmica de fachadas inclusivamente com recurso a painéis prefabricados. Apesar de inicialmente parecer uma solução arrojada comparativamente com as técnicas tradicionais, é uma solução que indiscutivelmente apresenta vantagens em relação a estas, pelas próprias vantagens da prefabricação.

9.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Este estudo focou-se sobre edifícios residenciais, no entanto existem edifícios não residenciais que potencialmente seriam alvo de interesse. Refiro-me nomeadamente a escolas, tribunais ou hospitais por exemplo.

Num período de tempo relativamente curto construíram-se várias escolas ou hospitais em Portugal. Estes edifícios, que foram construídos em períodos relativamente próximos tem uma determinada tendência para apresentarem características arquitectónicas similares, veja-se o caso do hospital de São João no Porto e o hospital de Santa Maria em Lisboa.

Quanto mais forem os edifícios com determinadas características arquitectónicas, maior será o potencial de se desenvolverem painéis prefabricados específicos para esses edifícios.

No caso da reabilitação de um hospital com recurso a soluções prefabricadas, a viabilidade económica da obra poderá estar comprometida pois não existem assim tantos hospitais construídos na mesma década. Contudo, nomeadamente em relação às escolas o cenário já não é o mesmo, existindo aparentemente potencial para a aplicação desta solução.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ZIMMERMANN, Mark. *Status Report IECBCS ExCo meeting, Oslo, Norway, June 15-16, 2006*. EMPA, Duebendorf, 2006. (Documento de trabalho)
- [2] SOUSA, Hipólito José Campos de – *Materiais para Alvenaria – Apreciação de algumas produções e sugestões visando a melhoria da sua Qualidade*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção de Edifícios pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto: FEUP, 1988.
- [3] RODRIGUES, Adelino de Araújo – *Fachadas com Revestimentos Exteriores Descontínuos e Independentes, Caracterização e Selecção Exigencial*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção de Edifícios na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, FEUP, 2003.
- [4] SOUSA, Hipólito José Campos de – *Melhoria do Comportamento Térmico e Mecânico das Alvenarias por Actuação na Geometria dos Elementos – Aplicação a Blocos de Betão de Argila Expandida*. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil. Porto, FEUP, 1996.
- [5] *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)*, Decreto-Lei n.º 40/90, de 6 de Fevereiro.
- [6] *Directiva Comunitária 1993/76/CE* do Conselho de 13 Setembro 1993, que permite a etiquetagem dos edifícios e que permite a redução das emissões de dióxido de carbono com base no aumento da eficiência energética.
- [7] <http://www.dgge.pt/>, site consultado a 23 de Fevereiro de 2010.
- [8] *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)*, Decreto-Lei n.º 80/06, de 4 de Abril.
- [9] *Regulamento de Gestão do Consumo de Energia (RGCE)*, Decreto-Lei n.º 58/82, de 26 de Fevereiro.
- [10] *Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE)*, Decreto-Lei n.º 118/98, de 7 de Maio.
- [11] *Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE)*, Decreto-Lei n.º 79/2006, de 4 de Abril.
- [12] *Directiva Comunitária 2002/91/CE* do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro de 2002 relativa ao desempenho energético dos edifícios. Jornal Oficial das Comunidades Europeias N.º L 1 de 4 de Janeiro de 2003, pp. 65-71.
- [13] http://ws.cgd.pt/blog/pdf/guia_edp.pdf, site consultado a 8 de Junho de 2010.
- [14] Paiva, José A. Vasconcelos de – *Medidas de Reabilitação Energética em Edifícios*. Comunicação apresentada ao Workshop “Reabilitação energética de edifícios em zonas urbanas: O caso da habitação social”, Março de 2000, Lisboa, pp. 1-10, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- [15] *Euroconstruct Country Report*, Zurich, November 26–27, 2009.
- [16] *Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2007 da Presidência do Conselho de Ministros*. Diário da República, 1.ª série - n.º 2 de 3 de Janeiro de 2007, pp. 10-12.

- [17] *O Sector da Habitação no Ano de 2003*. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Habitação. Secretaria de Estado da Habitação. Instituto Nacional de Habitação. Lisboa, Janeiro 2004.
- [18] *Atlas da Habitação de Portugal*. Universidade Católica Portuguesa, Faculdade de Engenharia. Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana. Dezembro, 2007.
- [19] SANTO, Fernando. *Reabilitação Urbana – As causas da Estagnação e as Medidas para a Dinamização*. INGENIUM. II Série N.º 113 - Setembro/Outubro 2009. Ingenium Edições, Lda. Lisboa.
- [20] *Censos 2001: resultados definitivos - XIV recenseamento geral da população - IV recenseamento geral da habitação*. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, 2001.
- [21] RUY, José Gomes. *Publicação n.º 29 – Perspectivas da Pré-fabricação na Construção de Habitações*. Ministério das Obras Públicas, Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa, 1952.
- [22] BRANCO, José Paz. *Algumas Notas Sobre Prefabricação*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 1977.
- [23] SANTOS, Silvino G. Pompeu dos. *Ligações de Estruturas Prefabricadas de Betão*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2000.
- [24] FREITAS, Vasco Peixoto; PINTO, Manuel. *Metodologia para a Selecção Exigencial de Isolantes Térmicos*. Laboratório de Física das Construções - FEUP, Porto, 1997.
- [25] SILVA, Manuel António Pinto da. *Metodologia para a Definição Exigencial de Isolantes Térmicos*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção de Edifícios na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. FEUP, Porto, 1996.
- [26] <http://www.ecbcs.org/annexes/>, site consultado a 3 de Março de 2010.
- [27] SCHWEHR, Peter; FISCHER, Robert. *Building Typology and Morphology of Swiss Multi-Family Homes 1919 – 1990*. Lucerne University of Applied Sciences and Arts (HSLU), Lucerne School of Engineering and Architecture (HSLU), Competence Centre for Typology and foresight Planning in Architecture (CCTP), Switzerland, January 2010. (Documento de trabalho)
- [28] ZIMMERMANN, Mark. *Status Report 2 ECBCS ExCo meeting, Wellington, NZ, November 16-17, 2006*. EMPA, Dübendorf, 2006. (Documento de trabalho)
- [29] Apresentação IEA Annex 50. Velux. Porto, Março, 2007. (Documento de trabalho)
- [30] *Antecedentes, metodologia e conceitos: Censos 2001 - XIV recenseamento geral da população - IV recenseamento geral da habitação*. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, 2003.
- [31] ALVES, Sérgio Gabriel Quádrio da Mota Alves. *Paredes Exteriores de Edifícios em Pano Simples - Fundamentos, Desempenho e Metodologia de Análise*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil (Área de especialização em Construção de Edifícios) na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. FEUP, Porto, 2001.
- [32] RIBEIRO, Francisco Loforte. *Textos Didácticos, Publicação n.º 64 - Reabilitação de Edifícios. Texto de Apoio*. Instituto Superior Técnico, Lisboa, 1997.
- [33] AGUIAR, José; CABRITA, A. M. Reis; APPLETON, João. *Guião de Apoio à Reabilitação de Edifícios Habitacionais. Volume 1*. Trabalho elaborado ao abrigo do convénio entre a DGOT – Direcção-Geral de Ordenamento do Território e o Laboratório Nacional de Engenharia Civil. LNEC, Lisboa, 1997.

- [34] AGUIAR, José; CABRITA, A. M. Reis; APPLETON, João. *Guião de Apoio à Reabilitação de Edifícios Habitacionais. Volume 2*. Trabalho elaborado ao abrigo do convénio entre a DGOT – Direcção-Geral de Ordenamento do Território e o Laboratório Nacional de Engenharia Civil. LNEC, Lisboa, 1997.
- [35] PAIVA, José Vasconcelos; AGUIAR, José; PINHO, Ana. *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional. Volume 1*. Instituto Nacional de Habitação, Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa, 2006.
- [36] PAIVA, José Vasconcelos; AGUIAR, José; PINHO, Ana. *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional. Volume 2*. Instituto Nacional de Habitação, Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa, 2006.
- [37] *Conservação de Energia nos Edifícios*. Ministério do Equipamento Social. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Trabalho Integrado no Plano de Estudos no Domínio dos Edifícios. Relatório 317/85. LNEC, Lisboa, 1985.
- [38] FREITAS, Vasco Peixoto. *Reabilitação de Edifícios - Uma Visão Energética. Texto de Apoio à disciplina Patologias e Reabilitação*. Aula 21. Laboratório de Física das Construções – FEUP, Porto, 2007.
- [39] MEYER-BOHE, Walter. *Prefabricacion I*. Ed. Blume, Barcelona, 1967.
- [40] MEYER-BOHE, Walter. *Prefabricacion II*. Ed. Blume, Barcelona, 1969.
- [41] SILVA, V. Córias e. *Guia Prático para a Conservação de Imóveis*. Dom Quixote, Lisboa, 2004.
- [42] FISHER, Robert. *Paredes*. Ed. Blume, Barcelona, 1976.
- [43] MASCARENHAS, Jorge. *Sistemas de Construção Vol. II – Paredes: paredes exteriores (1.ª parte) - Descrição ilustrada e detalhada de processos construtivos utilizados correntemente em Portugal*. Livros Horizonte, Lisboa, 2003.
- [44] MASCARENHAS, Jorge. *Sistemas de Construção Vol. III – Paredes (2.ª parte) e Materiais Básicos (1.ª parte) - Descrição ilustrada e detalhada de processos construtivos utilizados correntemente em Portugal*. Livros Horizonte, Lisboa, 2003.
- [45] SOUSA, Hipólito de, LOURENÇO, Paulo B. *Paredes de Alvenaria Situação Actual e Novas Tecnologias*. Escola de Engenharia da Universidade do Minho e FEUP, Guimarães e Porto, 2002.
- [46] MENEZES, Marluci. *Centro histórico. Mito ou realidade efêmera?*. Comunicação apresentada ao “4º Encontro com o Património Espiga de Ouro”, Setembro de 1996, Beja, pp. 1-6, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- [47] MENEZES, Marluci. *As (Con)Tradições Socioculturais da Reabilitação Urbana*. Comunicação apresentada na “VIII Reunião de Antropologia do MERCOSUL”, Outubro de 2009, Buenos Aires-Argentina, pp. 1-10, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- [48] *Reabilitação energética da envolvente de edifícios residenciais*. Direcção Geral de Geologia e Energia, Lisboa, 2004.
- [49] FERREIRA, Tiago Manuel Duarte – *Sobre a Utilização de Isolamento Térmico pelo Interior em Edifícios Residenciais em Portugal – Análise do Desempenho Higratérmico*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção de Edifícios pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto: FEUP, 2006.

[50] FREITAS, Vasco Peixoto. *Isolamento Térmico de Fachadas pelo Exterior – Reboco Delgado Armado sobre Poliestireno Expandido – ETICS*. Dezembro de 2002.

http://www.maxit.pt/media/12/tecdocs/revestimentos/HT_191A_02.pdf1.pdf, site consultado a 8 de Maio de 2010.

[51] FERREIRA, João Jesus. *O Programa Valoren e os Recursos Energéticos Endógenos*. 20 de Julho de 1988. http://www.jesusferreira.com.pt/joaofesusferreira/artigos/14_OProgramaValoreneosRecursosEnergeticosEndogenos.pdf, consultado a 16 de Fevereiro de 2010.

[52] TOMÁS, Nuno Miguel. *Reabilitação marca Passo*. INGENIUM. II Série N.º 113 - Setembro/Outubro 2009. Ingenium Edições, Lda. Lisboa.

[53] SANTO, Fernando. *Energia – Uma necessidade e um Grave Problema*. INGENIUM. II Série N.º 112 - Julho/Agosto 2009. Ingenium Edições, Lda. Lisboa.

[54] TOMÁS, Nuno Miguel. *Energia - Dependência dita Evolução Económica do País*. INGENIUM. II Série N.º 112 - Julho/Agosto 2009. Ingenium Edições, Lda. Lisboa.

[55] AMARAL, Luís Mira. *A Situação Energética e o caso Português*. INGENIUM. II Série N.º 112 - Julho/Agosto 2009. Ingenium Edições, Lda. Lisboa.

[56] *1.º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação*. Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1985.

[57] SCHWEHR, Peter; FISCHER, Robert. *IEA ECBCS Annex 50 - Substantial Energy saving in existing Housing now*. Antwerp, Belgium, October 14th 2009. (Documento de trabalho)

[58] SCHWEHR, Peter; FISCHER, Robert. *IEA ECBCS Annex 50 – Prefabricated Systems for low Energy Retrofit*. 5th Working Meeting Grenoble, France, April 27-28, 2009. (Documento de trabalho)

ANEXOS

ANEXO DE QUADROS

**Q1 – SOLUÇÕES DE REFORÇO DO ISOLAMENTO
TÉRMICO DE PAREDES EXTERIORES**

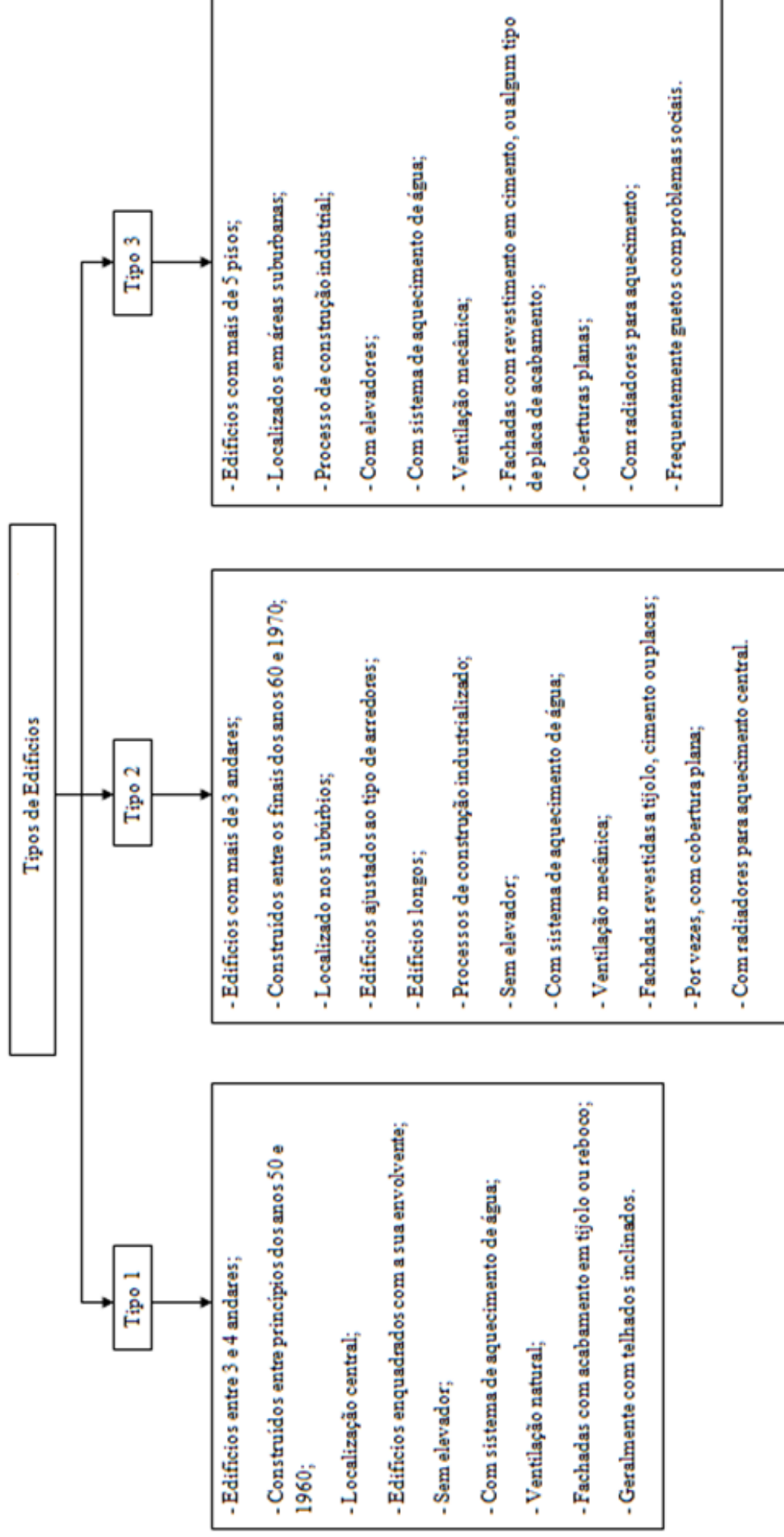
Localização do isolamento térmico	Tipos de soluções	
Exterior	Revestimentos não-isolantes independentes (com interposição de um isolante térmico no espaço de ar)	Revestimentos independentes descontínuos (elementos fixados mecanicamente) (1)
		Revestimentos independentes contínuos de ligantes minerais armados (rebocos armados e desligados do suporte)
	Sistemas compósitos de isolamento térmico pelo exterior (2)	Revestimentos espessos de ligantes minerais, armados (rebocos armados), sobre isolante
		Revestimentos delgados de ligantes sintéticos ou mistos armados, sobre isolante
	Revestimentos isolantes	Revestimentos pré-fabricados isolantes descontínuos (3)
		Rebocos isolantes
		Revestimentos de espuma isolante projectada
Interior	Painéis isolantes (em geral com altura de andar) fixados contra a fachada	
	Contra-fachadas (4)	Com caixa-de-ar simples
		Com interposição de um isolante térmico e sem caixa-de-ar
		Com interposição de um isolante térmico e com caixa-de-ar.
	Revestimentos reflectores (5)	
Na caixa-de-ar (paredes duplas)	Injecção de produtos isolantes a granel	Fibras ou flocos
		Grânulos de material isolante
	Injecção de espumas isolantes	Espuma rígida de poliuretano
		Espuma de ureia-formaldeído

Notas à Tabela 1:

- (1) – Designados nas línguas inglesa e francesa respectivamente por “cladding” e “bardage”.
- (2) – Designados na língua inglesa pela sigla ETICS (external thermal insulating composite systems with rendering). São também designados por “Sistemas de isolamento térmico por revestimento sobre isolante”.
- (3) – Designados na língua francesa por “vêtures”.
- (4) – Pano de alvenaria ou forro contínuo (constituído por placas de gesso cartonado ou de outro material, em regra fixadas contra uma estrutura secundária).
- (5) – Utilizados em zonas restritas de paredes (designadamente, atrás de radiadores).

Fonte: Paiva, José A. Vasconcelos de – Medidas de Reabilitação Energética em Edifícios. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa: LNEC, 2000.

**Q2 – DEMONSTRAÇÃO DAS PRINCIPAIS
CARACTERÍSTICAS DE CADA TIPO DE EDIFÍCIO**



ANEXO DE FICHAS

F1 – FICHA N.º 1

Número Edifício

Ficha n.º 1 | Folha 1

IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO

Rua N.º

Localidade

Número de Pisos

Edifício Exclusivamente Residencial ☐

Edifício Parcialmente Residencial ☐

Posição do Edifício

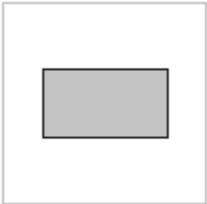
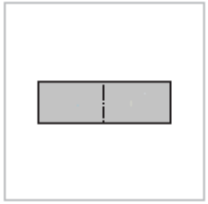
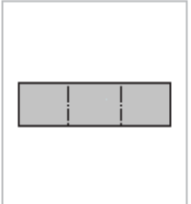
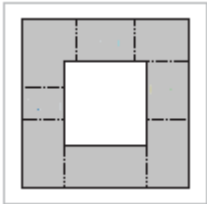
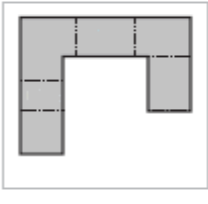
Posição 1		Posição 2		Posição 3		Posição 4		Posição 5	
									

Foto Google Earth:

Número de Fachadas

Orientação

Foto(s) do Local:

Número Edifício

Ficha n.º 1 | Folha 2

Número total de aberturas do Edifício

Janelas

Portas vidro

Número total de Varandas do Edifício

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Cor da Fachada

Clara

Média

Escura

Existem dispositivos de sombreamento?

Sim

Não

Quais? _____

Existem dispositivos de oclusão nocturna?

Sim

Não

Quais? _____

F2 – FICHA N.º 2

Código Abertura

Ficha n.º 2 | Folha 1

IDENTIFICAÇÃO DA ABERTURA

Foto(s) da abertura:

Tipo de abertura

Janela

Cód. 1

Janela atrás de varanda

Cód. 2

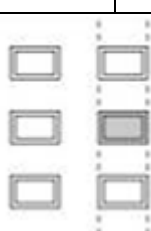
Porta atrás de varanda

Cód. 3

Orientação Vertical

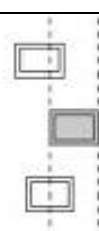
Aberturas Alinhadas

Cód. 1

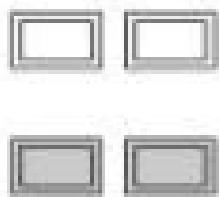


Aberturas Não Alinhadas

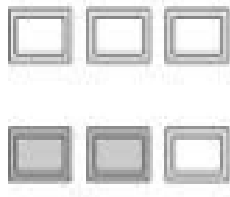
Cód. 2

**Orientação Horizontal**Aberturas
próximas

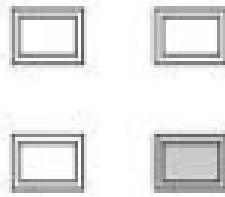
Cód. 1

Abertura em
posição
intermédia

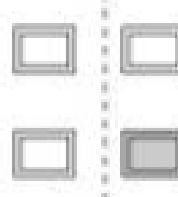
Cód. 2

Aberturas
afastadas

Cód. 3

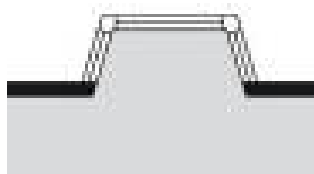
Abertura junto
a edifício
contíguo

Cód. 4



Abertura saliente

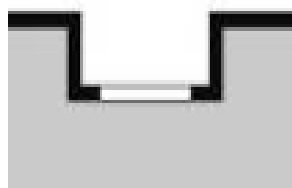
Cód. 5

Abertura junto a
saliência do
edifício

Cód. 6

Abertura em
reentrância do
edifício

Cód. 7

Abertura em
saliência do
edifício

Cód. 8



Código Abertura

Ficha n.º 2 | Folha 2

Abertura que ocupa
toda a parte saliente
(marquise)

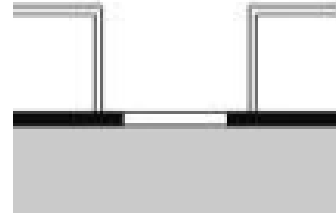
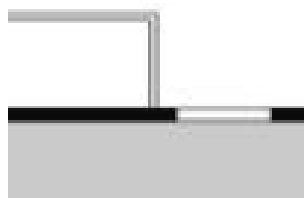
Cód. 9

Abertura junto a
varanda

Cód. 10

Abertura entre varandas

Cód. 11



Material da Caixilharia

Alumínio

Cód. 1

Aço

Cód. 2

PVC

Cód. 3

Madeira

Cód. 4

Elementos de Sombreamento

Sem elementos de sombreamento

Cód. 1

Elementos Horizontais

Cód. 2

Elementos Verticais

Cód. 3

Existem mais aberturas iguais no mesmo edifício?

Sim
Não

Quantas? _____